

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y  
EMPRESARIALES  
Departamento de Economía Financiera y Contabilidad III  
(Economía y Administración Financiera de la Empresa)**



**COMPROBACIÓN DE LA EFICIENCIA DÉBIL EN LOS  
PRINCIPALES MERCADOS FINANCIEROS  
LATINOAMERICANOS**

**MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR  
PRESENTADA POR**

**Juan Benjamín Duarte Duarte**

**Bajo la dirección del doctor**

**Juan Manuel Mascareñas Pérez-Íñigo**

**Madrid, 2014**

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES**

**Departamento de Economía Financiera y Contabilidad III (Economía y  
Administración Financiera de la Empresa)**



**COMPROBACIÓN DE LA EFICIENCIA DÉBIL EN LOS  
PRINCIPALES MERCADOS FINANCIEROS LATINOAMERICANOS.**

*MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR PRESENTADA POR*

**Juan Benjamín Duarte Duarte**

Bajo la dirección del Doctor  
Juan Manuel Mascareñas Pérez-Íñigo

**Madrid, 2014**

*TESIS DOCTORAL*

**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y  
EMPRESARIALES UNIVERSIDAD COMPLUTENSE  
DE MADRID**

---

**COMPROBACIÓN DE LA EFICIENCIA DÉBIL EN LOS  
PRINCIPALES MERCADOS FINANCIEROS LATINOAMERICANOS.**

**DIRECTOR:  
JUAN MASCAREÑAS PÉREZ ÍÑIGO  
CATEDRÁTICO**

**DPTO. ECONOMÍA FINANCIERA Y  
CONTABILIDAD III. UNIVERSIDAD  
COMPLUTENSE DE MADRID**

**JUAN BENJAMÍN DUARTE DUARTE  
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID  
MADRID. 2013**

## DEDICATORIA

*“Los logros que una persona alcanza en la vida generalmente no son propios, siempre han sido obtenidos con ayuda de aquellas personas que más nos aprecian.*

*Este trabajo y lo que él implica en mi vida son dedicados a mi madre Oliva, a mi padre Vicente que en paz descansa y a mis hermanos Eduardo, Beatriz, Edilia y Humberto.”*

## **AGRADECIMIENTOS**

Sin lugar de dudas doy los más sinceros agradecimientos a mi director de tesis Doctor D. Juan Manuel Mascareñas Pérez-Iñigo, quien ha sido un gran soporte en mi formación para la investigación. Además reconozco el valioso aporte de mis docentes del doctorado en Finanzas de Empresa de la Universidad Complutense de Madrid, en especial a los Doctores Enrique Villanueva García y José Ramón Aragonés.

Igualmente agradezco a la Universidad Industrial de Santander de Colombia y a la Fundación Carolina de España, por su valiosa política de apoyo para la formación de docentes que me ha permitido terminar con orgullo mi proyecto de formación doctoral.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|  |    |
|--|----|
| ÍNDICE DE GRÁFICOS .....   | 7  |
| ÍNDICE DE TABLAS .....   | 9  |
| EXECUTIVE SUMMARY .....  | 10 |
| SINOPSIS .....   | 23 |
| 1. INTRODUCCIÓN .....  | 24 |
| 1.1 Objetivo y Justificación .....   | 25 |
| 1.2 Metodología de la investigación .....                                    | 26 |
| 1.3 Estructura de la tesis .....   | 27 |
| 2. LA TEORÍA DE LOS MERCADOS EFICIENTES .....                                | 29 |
| 2.1 Introducción .....   | 30 |
| 2.2 Definición de mercado eficiente .....                                    | 31 |
| 2.3 Tipos de eficiencia de mercado .....                                     | 36 |
| 2.4 Cuestionamientos a la eficiencia de mercado .....                        | 37 |
| 2.5 Estudios empíricos de la teoría de mercado eficiente .....               | 39 |
| 2.5.1 Antecedentes .....   | 39 |
| 2.5.2 Caracterización de la Eficiencia del Mercado desde 1997 .....          | 40 |
| 2.5.3 Eficiencia de mercado por regiones .....                               | 42 |
| 2.6 Conclusiones .....   | 55 |
| 3. EL RECORRIDO ALEATORIO .....  | 58 |
| 3.1 Introducción .....   | 59 |
| 3.2 Orígenes del recorrido aleatorio .....                                   | 59 |
| 3.3 Definición del recorrido aleatorio .....                                 | 61 |
| 3.4 Modelo del recorrido aleatorio .....                                     | 62 |
| 3.5 Tipos de recorrido aleatorio .....                                       | 66 |
| 3.5.1 RW1~ Exige i.i.d .....   | 66 |
| 3.5.2 RW2~ Exige Incrementos de rendimientos Independientes, mas no ID ..... | 67 |
| 3.5.3 RW3~ Exige incrementos NO correlacionados .....                        | 68 |
| 3.5.4 Otros test .....   | 68 |
| 4. METODOLOGÍA DEL TRABAJO EMPÍRICO .....                                    | 72 |
| 4.1 Introducción .....   | 73 |
| 4.2 Selección de la muestra .....  | 73 |
| 4.3 Variable de comprobación .....   | 77 |

|           |   |            |
|-----------|---|------------|
| 4.4       | Espacio temporal .....  | 78         |
| 4.5       | Métodos de comprobación de la EMH .....                         | 78         |
| 4.5.1     | Random Walk Tipo 1 .....  | 79         |
| 4.5.2     | Random Walk Tipo 2 .....  | 81         |
| 4.5.3     | Random Walk Tipo 3 .....  | 84         |
| 4.5.4     | Evaluación conjunta del recorrido aleatorio .....               | 85         |
| <b>5.</b> | <b>COMPROBACIÓN EMPÍRICA DE LA EFICIENCIA DEL MERCADO .....</b> | <b>86</b>  |
| 5.1.      | Introducción .....  | 87         |
| 5.2.      | Estadísticos básicos .....                                      | 87         |
| 5.2.1.    | Estados Unidos .....  | 87         |
| 5.2.2.    | Brasil .....  | 89         |
| 5.2.3.    | México .....  | 91         |
| 5.2.4.    | Chile .....   | 93         |
| 5.2.5.    | Colombia .....  | 94         |
| 5.2.6.    | Perú .....  | 96         |
| 5.3.      | Pruebas empíricas .....   | 97         |
| 5.3.1.    | Estados Unidos .....  | 98         |
| 5.3.2.    | Brasil .....  | 102        |
| 5.3.3.    | México .....  | 106        |
| 5.3.4.    | Chile .....   | 110        |
| 5.3.5.    | Colombia .....  | 114        |
| 5.3.6.    | Perú .....  | 118        |
| 5.4.      | Conclusiones .....  | 122        |
| <b>6.</b> | <b>CONCLUSIONES .....</b>                                       | <b>129</b> |
| 6.1       | Conclusiones de la revisión de la literatura .....              | 130        |
| 6.2       | Conclusiones de la investigación empírica .....                 | 131        |
| 5.1       | Conclusión fundamental .....                                    | 134        |
| 5.2       | Líneas de investigación futuras .....                           | 135        |
|           | <b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>                                       | <b>136</b> |
|           | <b>GLOSARIO .....</b>   | <b>152</b> |
|           | <b>APÉNDICES .....</b>  | <b>154</b> |
|           | <b>ANEXOS .....</b>   | <b>156</b> |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|   |     |
|---|-----|
| Gráfico 2.1 Tipos de eficiencia de mercado .....  | 37  |
| Gráfico 2.2 Caracterización pruebas eficiencia .....  | 41  |
| Gráfico 3.1 Recorridos Aleatorios .....   | 64  |
| Gráfico 3.2 Raíz del recorrido aleatorio .....  | 65  |
| Gráfico 4.1 Evolución de la capitalización bursátil para los países de la muestra....                   | 74  |
| Gráfico 5.1 Test de Bondad de Ajuste mediante Chi-Cuadrado EEUU .....                                   | 88  |
| Gráfico 5.2 Test de Bondad de Ajuste mediante Chi-Cuadrado en las series<br>bursátiles de Brasil.....   | 90  |
| Gráfico 5.3 Test de Bondad de Ajuste mediante Chi-Cuadrado en las series<br>bursátiles de México. ....  | 92  |
| Gráfico 5.4 Test de Bondad de Ajuste mediante Chi-Cuadrado en las series<br>bursátiles de Chile.....    | 94  |
| Gráfico 5.5 Test de Bondad de Ajuste mediante Chi-Cuadrado en las series<br>bursátiles de Colombia..... | 95  |
| Gráfico 5.6 Test de Bondad de Ajuste mediante Chi-Cuadrado en las series<br>bursátiles de Perú .....    | 97  |
| Gráfico 5.7 Serie de precios diarios del S&P500.....  | 98  |
| Gráfico 5.8 Filtros de Alexander en el S&P500 .....   | 99  |
| Gráfico 5.9 Evaluación conjunta del recorrido aleatorio S&P500. ....                                    | 101 |
| Gráfico 5.10 Serie de precios diarios del IBOVESPA.....   | 102 |
| Gráfico 5.11 Filtros de Alexander en el Ibovespa.....   | 103 |
| Gráfico 5.12 Evaluación conjunta del recorrido aleatorio Brasil. ....                                   | 106 |
| Gráfico 5.13 Serie de precios diarios del IPC.....  | 106 |
| Gráfico 5.14 Filtros de Alexander en el IPC.....  | 107 |
| Gráfico 5.15 Evaluación conjunta del recorrido aleatorio México.....                                    | 109 |
| Gráfico 5.16 Serie de precios diarios del IPSA.....   | 110 |
| Gráfico 5.17 Filtros de Alexander en el IPSA. ....  | 111 |
| Gráfico 5.18 Evaluación conjunta del recorrido aleatorio Chile. ....                                    | 113 |
| Gráfico 5.19 Serie de precios diarios del IGBC.....   | 114 |
| Gráfico 5.20 Filtros de Alexander en el IGBC. ....  | 115 |
| Gráfico 5.21 Evaluación conjunta del recorrido aleatorio Colombia. ....                                 | 117 |



|   |     |
|---|-----|
| Gráfico 5.22 Serie de precios diarios del IGBVL. ....               | 118 |
| Gráfico 5.23 Filtros de Alexander en el IGBVL. ....                 | 119 |
| Gráfico 5.24 Evaluación conjunta del recorrido aleatorio Perú. .... | 121 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 4.1 Marco Muestral del estudio .....                                       | 75  |
| Tabla 4.2 Comisiones en la compra y venta de activos financieros .....           | 83  |
| Tabla 5.1 Capitalización de los mercados Latinoamericanos .....                  | 87  |
| Tabla 5.2 Estadísticos básicos y Test Jarque Bera de EEUU .....                  | 87  |
| Tabla 5.3 Estadísticos básicos y Test Jarque Bera de Brasil .....                | 89  |
| Tabla 5.4 Estadísticos básicos y test Jarque Bera de México .....                | 91  |
| Tabla 5.5 Estadísticos básicos y test Jarque Bera de Chile.....                  | 93  |
| Tabla 5.6 Estadísticos básicos y test Jarque Bera de Colombia .....              | 94  |
| Tabla 5.7 Estadísticos básicos y test Jarque Bera de Perú .....                  | 96  |
| Tabla 5.8 Retornos anuales marginales estrategias activas vs pasivas, Br.....    | 104 |
| Tabla 5.9 Retornos anuales marginales estrategias activas vs pasivas, Méx. ....  | 108 |
| Tabla 5.10 Retornos anuales marginales estrategias activas vs pasivas, Cl. ....  | 111 |
| Tabla 5.11 Retornos anuales marginales estrategias activas vs pasivas, Col. .... | 115 |
| Tabla 5.12 Retornos anuales marginales estrategias activas vs pasivas, Pe.....   | 119 |

## EXECUTIVE SUMMARY

### PROVING WEAK – FORM EFFICIENCY OF THE MAIN LATIN AMERICAN FINANCIAL MARKETS

#### INTRODUCTION

A considerable increment of direct foreign investment (IED) has been observed in Latin America in the past few years. This increment is mainly the result of two synergic facts: on one hand, the rapid growth of natural resources exploitation and regional infrastructure by countries such as the USA (17%), The Netherlands (13%), China (9%), Canada (4%), and Spain (4%), among other [CEPAL (2011)]. On the other hand, the fact that current economic crisis results from the fall of the subprime in the U.S. in the year 2008. This has encouraged foreign investors to look at Latin America as a promising scenario for the generation of wealth [IMF (2010)]. As a consequence of this economic boost, *gross capital flows* have increased which, in turn, has led to consolidation of the *bidirectional* process of integration in the international financial market [World Bank (2012)]. This stock exchange dynamics in Latin America justifies the conduction of empirical contrasts of the weak forms of stock market efficiency during the last 10.6 years considering that it is one of the basic premises of important asset valuation models such as the Capital Asset Pricing Model (CAPM) and the Pricing Theory Arbitration model or APT usually utilized in merging and business acquisition processes.

The definition of Efficient Market is associated to the concept of *equity of conditions* proposed by the Italian mathematician Cardano (1565) in “The Book on Games of Chance”, as a fundamental principal for gambling. Applying this concept to stock exchange markets, it could be stated that this is the idea underlying the theory on efficient stock exchange markets, particularly regarding the equity of conditions in the *information sector*, makes the stock exchange market a “fair game” in which no agent can obtain extraordinary profits on a systematic basis from any type of information. The modern definition of

Efficient Market is based on the contributions from Bachelier (1900); Samuelson (1965); Mandelbrot (1963a), (1963b) and (1966); Malkiel (1992) and Fama (1965a), (1991) and (1998). These authors, in general terms, propose that a market is efficient if it has enough liquidity and economic rationality by the agents so any type of relevant information is absorbed by prices instantaneously, thus generating a random behaviour in them and making systematic prediction impossible.

Strictly, proving the Market Efficiency hypothesis is not possible as it is stated by Granger (1992); and Fama (1970). However, there are empirical approximations for contrasting them. The most utilized tests and methodologies in this paper based are characterized on database search in order to verify weak, semi-strong, and strong forms of stock exchange markets efficiency worldwide as published in year 1997 through the year 2013. After this exploration, 371 empirical tests that are utilized in 179 research works are tabulated to find that the weak form of market efficiency is the most empirically proven (85.71%). This finding is in the same direction as the concept proposed by Grossman & Stiglitz (1980) who question the strong form efficiency and not the weak and semi-strong form efficiency.

In addition, it is verified that 59.1% of the contrasting tests for weak – form market efficiency is based in the *random walk*, mainly in the Random Walk versions 1 and 3. Although the U.S. A. is the most tested market, when consolidating the statistics regarding market efficiency in Continental China, Hong Kong and Taiwan in the People's Republic of China, this country becomes the most widely studied in the past 15 years thus conforming the academic interest in such market as a result of its recent economic growth.

Regarding the question about the efficiency of financial markets, 60% of the publications deny the efficiency of these markets while 35% do not reject the efficient market hypothesis; improvement of the concentrated efficiency is found in the remaining 5%, mainly in Asian economies at the end of the 90's resulting

from factors such as economic reforms [ Kawakatsu & Morey (1999)]; the increased speed in information flow that is possible through Internet services [ Lee, Park, Jo, Yang, & Moon (2009)]; the introduction of financial products to the financial products like options and futures into the market [ Mazouz & Bowe (2006)]; and the market symmetry corrections in the post-economic crisis periods [ Lim, Brooks, & Kim (2008)].

When analysing the trajectory of efficiency of a given market, contradictory results are found in the proposals of various authors, particularly in the developed economies. This finding is explained by Majumder (2012) who argues that market efficiency is not continuous but, on the contrary, stock exchange markets show efficiency and non-efficiency periods. Therefore, markets that are broadly accepted as efficient can show inefficiency periods due to several factors.

The methodology used in this thesis for proving efficient markets empirically begins with the description of the criteria considered for the configuration of the sampling universe as well as the target variable and the research timeframe. Then, the basic statistical tools and tests utilized in the exploratory analysis of data are described in order to assess the empirical distribution of series. Finally, the weak –form efficiency of Latin American stock exchange markets is proven by the random walk considering that this is the most widely utilized concept for contrasting research data. Therefore, founded on the bibliographic sources, the Runs test and the BDS statistical program are applied in order to verify Random Walk 1, the Alexander Filters with Genetic Algorithms for Random Walk 2, and the Ljung Box and the Bartlett Test for Random Walk 3.

## **OBJECTIVES**

### **General Objective**

The main objective of this thesis is to contrast empirically the weak-form efficiency of Latin American stock exchange markets for the period 2002 – 2012.

## **Specific Objectives**

- Analyse the State-of-the-Art of the efficient market theory, focusing on the most relevant research conducted in the last 15 years at worldwide level in order to identify the most widely used empirical proving methodologies and verify the findings on this topic both in developed and emerging markets.
- Define the research sample framework in order to select the most relevant indexes and assets of the main Latin American economies.
- Conduct exploratory analysis of the target financial series, aiming at the assessment of its approximation to the normal distribution by applying basic statistic tests such as the Jarque Bera Test and the Chi-Square goodness of fit test.
- Contrast the efficient market hypothesis from the empirical standpoint based on the three types of random walks (Random Walk 1, 2, 3).
- Elicit the most relevant observations and conclusions and propose future research lines as a result of this thesis.

## **RESULTS**

The results from this research are structured in three stages. Initially, the dates when downturn or upturn long-term tendency changes appear are identified, by applying graphic analysis and the Chow Test. Then, the stock exchange series are analysed in order to find their approximation to the normal distribution. Finally, efficiency is assessed by identifying the Random Walk in the main stock exchange series both in the region and in the U.S.

### **On Tendencies**

- Great disparity is found both inside each country and among countries when defining tendency break points of the various assets. This, according to Lee, Lee, & Lee (2010), is due to exogenous and endogenous variables of each

economy and business. However, when analysing the cutting dates for the sub-periods in various countries, four tendency structural changes are observed that are consistent with worldwide events for most of the target assets. These are the *Subprime Crisis* (November 2007); the *Customs War* (November 2010); the *Recession in EU countries* (between February and April, 2012). These three events impact the tendency changes in the Latin American markets and can result from a financial crisis worldwide based on the correlation of their economies. This, in turn, has generated systematic consequences in the past four (4) years which means that this is a single problem that has been retransmitted to several parts of the world as a consequence of the readjustment of correlated economies.

### **From Basic Statistics**

- In general terms, it is verified that Latin American markets exhibit higher returns than S&P 500. This is explained based on the greater risk that the region represents as compared to the U.S. Regarding the average Standard Deviation for each country, it is found that Mexico, Chile, and Colombia experience average volatility values close to S&P 500 while Peru is the country with the greatest similarity to the American index. Brazil, on the contrary, is the market with the highest variance as compared to the S&P 500. This is possibly due short-term foreign investment whose target is higher profits as compared to the profits reported in developed countries, thus producing strong market volatility. This behaviour can be explained by Sarmiento, Duarte, & Mascareñas (2012) where the *Granger Test* verifies the strong causality of S&P 500 over Peru, Mexico, Chile, and Colombia while the causality of the American index is weak in Brazil.

- Both Latin American assets and the S&P 500 show asymmetrical behaviour, high kurtosis, and heavy tails. These properties are not characteristic of a normal distribution so when conducting the Chi - Square Goodness of Fit test for the empirical data, it is found that the theoretical distributions ranked in the 1<sup>st</sup> Fit place are: the Logistic (76.7%), Log-Logistic (20%) and Normal (3.3%) distributions. The Normal Distribution is ranked in the second (53.3%)

and the third (3.3%) fit place. These results do not agree with the results reported by Bachelier (1900), Kendall (1953), Osborne (1959), Moore (1962) who state that returns from financial assets approximate a normal behaviour. However, Mandelbrot (1963b), and Fama & Blume (1965) have observed similar characteristics to the findings of this work in developed markets. This indicates that Latin American markets have been evolving toward Logistic and Log-Logistic distributions with high concentration of their returns around the average value as a consequence of the strong competition among market agents.

- The analysis of the two theoretical distributions that best describe financial assets in Latin America reports that Logistic-fit series show mostly negative or zero symmetry (82%) while those assets with Log-Logistic distribution show positive bias (83%), that is, these two distributions prevail over the Normal Distribution since they better capture asymmetry and leptokurtosis of empirical data. This finding is relevant since a non-normality assumption of financial assets is important when modelling volatility processes with long-term memory as it is highlighted by Kang, Cheong, & Yoon (2010).

- 53% of Latin American assets show average significant returns that are greater than zero, and 25% of them (FEMSAUBD, GMEXICOB, IGBC and Gruposura) show variance values less than or equal to the average, significantly negative bias and high kurtosis (greater than 8.3): these characteristics could make these assets attractive given the concentration of returns to the right side of the distribution. However, as it is verified by the utilization of Alexander filters, there is no evidence proving that it is possible to obtain more profitability than the reference index from the analysis of the first four moments of these series.

### **On Proving Weak Efficiency**

- Based on the results of the random walk tests, the relative efficiency level, in descending order, is observed in Mexico, Brazil, Colombia, Chile, and Peru. This categorization is correlated to the volumes of stock exchange capitalization in 65% for the last eleven years in these five markets. This would lead to the



conclusion that, as capitalization increases in those markets, their efficiency tends to improve possibly due to the fact that as market investments increase, the velocity of incorporation of information into the prices also increases, thus generating greater randomness between them.

- This research shows that there is an inverse relation between tendency and randomness in those countries with greater efficiency level (Mexico, Brazil, and Colombia), while in countries with smaller efficiency levels (Chile and Peru) a direct relation between tendency and randomness is identified. This finding concurs with Peters (1994) particularly in this case when long – term investors identify economic variables changing market growth expectations, they just stop participating in such market and begin making short-time operations that force the falling of the market, thus producing a random behaviour of financial asset prices. Furthermore, according to Coakley & Fuertes (2006), prices show pronounced and lasting deviation in their intrinsic value during upturns while in downturns prices move toward their equilibrium or fundamental level. This ratifies the findings of this work regarding the random behaviour of upturn and downturn markets.

- Non-randomness in S&P 500 for the total term of study and for the subterm beginning on 10/10/2007 and finishing on 9/3/2009 (downturn) is verified using various tests. This finding concurs, firstly, with the start of the economic crisis from the U.S. subprime; secondly, secondly, with the improvement of market efficiency in Mexico (2007), Brazil (2008), Colombia (2008), Peru (2011) and Chile (2012); and with the significant increase of stock exchange capitalization in the markets under study as from 2007. These three events seem to relate among them because after the U.S. structural problem, investors choose to mobilize their capitals toward other markets, such as the Latin American market thus explaining its efficiency improvement in the past years. This same stock exchange evolution is verified by Yu, Nartea, Gan, & Yao (2013) in the emergent markets of Malaysia and Thailand, and by Montagnoli & de Vries (2010) in the CO<sub>2</sub> market in Europe.

▪ The results of the Barlett Test prove that the most significant self-correlations are shown in the first sector, followed by the third, fourth, and the second sectors. This indicates that returns can be modelled in the Latin American market by first-order self-regressive processes (AR1). Furthermore, this test also identifies that the countries with the greatest number of significant self-correlations are Peru and Chile while Brazil, Colombia, and Mexico are the countries with the least serial correlation, thus ratifying the findings of the analysis. The genetic algorithm optimization model in the Alexander filters confirms that the non - commission investment scenario for Latin America offers extraordinary benefits. However, when trading costs are included, either through a platform or financial intermediate party, the benefits are not higher than the Purchase and Maintain strategy as it is also proven for the Chinese market by Chong, Lam, & Yan (2012). Furthermore, for some assets during the upturn periods, this technique contributes to obtain higher benefits than the Purchase and Maintain strategy. However, optimum filters show accurate and inconsistent values in the various subperiods. These properties make the election of a filter difficult if the purpose is order to obtain systematic benefits in the future since they imply high risk when taking a percent value that might generate great losses, as it is demonstrated for each market. On the other hand, the Alexander technique seems to yield excellent marginal profits during downturn periods, although in fact there are not greater benefits but less Purchase and Maintain losses. Therefore, in downturn terms, the best option would be to uninvest or recur to refuge assets. Finally, Peru is the only country where three of its assets (CASAGRC1, CVERDEC1, and MINSURI1) produce extraordinary margins when applying filters. The search for its origins reveals that such profit is the result of the high variation of prices during the month of April of 2006 as a consequence of the economic growth of this country represented by the boom of raw materials like copper, tin, and oil. Despite of this fact, such filters are not easily predictable when applying these strategies in the stock exchange investments. When the same rules are applied at different periods of time, the criterion frequently does not work as it is verified by Fritsche (2001).

- When comparing the results by the Runs test and the BDS statistical program, it is observed that the first statistical test tends does not reject the i.i.d. hypothesis while the BDS test usually rejects it. This implies that with non-random series, the Runs Test detects its behaviour better while the BDS Test finds asset randomness, meaning that the asset follows a random path. Therefore, the Latin American Market efficiency evaluation is found by utilizing both tests given the complexity of the issue.

## **CONCLUSIONS**

The results from this research indicate that, in general terms, the main five Latin American economies have experienced market efficiency improvement in the past few years. When analysing this improvement, the market efficiency of Mexico, Brazil, and Colombia outstands in the years 2007 and 2008 whilst in Chile and Peru, their efficiency increment is detected as from the years 2011 and 2012, respectively. That is, from the market efficiency maturity standpoint, the first three countries have experienced a greater period of asset randomness although this does not affect the positive evolution toward stock exchange transparency in Chile and Peru markets. This finding of market efficiency improvement concurs with the finding in Asian markets at the end of the 90's by Kawakatsu & Morey (1999) and Lee, Park, Jo, Yang, & Moon (2009). This means that Latin America is following a similar path as the Asian countries followed 15 years ago regarding market efficiency. Mazouz & Bowe (2006), Kasman & Kasman (2008) and Lim, Brooks, & Kim (2008) identify that the causes of stock exchange market efficiency rely on several factors, such as Economic Aperture, Introduction of new financial products into the market like Options and Futures, the greater information flow due to the advancement of Internet technology, and the correction of market asymmetry resulting from the economic crisis experienced by eastern countries in the year 1997. However, these factors are not responsible for the recent random behaviour of Latin American markets. According to CEPAL (2011), It is evident that the increment of foreign direct investment as from the year 2007 is motivated by two positive

synergic situations: first, the investment in infrastructure and exploitation of raw materials by USA, the Netherlands, China, Canada, and Spain and, secondly, the mobilization of capitals from developed economies toward emerging markets as a consequence of the U.S. economic crisis in November 2007.

### **Future Research Lines**

- Upon the completion of this work, research must proceed with the role of market regulating agents in order to answer the question: What is the “appropriate” control level to be exerted on the markets so they fulfil their main function of transferring funds and risks among agents, without falling into the legal straitjackets and without encouraging excess actions resulting on financial crises due to omissions from the State?
- This research leads to the conclusion that the main economic and stock exchange market apertures result on the improvement of market efficiency. Therefore, it would be interesting to evaluate which of the main two market aperture strategies is more convenient for a country: either conforming to the “shock doctrine” defended by Friedman & Friedman (1980) or, on the contrary, adopting a gradual and selective aperture for the economy and stock exchange markets, as it has been conducted by China in the last decades.

### **BIBLIOGRAPHY**

Bachelier, L. (1900). *Teoria de la especulación*.

Banco Mundial. (Abril de 2012). *Latinoamérica hace frente a la volatilidad, El lado oscuro de la Globalización*. Recuperado el 12 de Octubre de 2012, de El Banco Mundial:

[http://siteresources.worldbank.org/LACINSPANISHEXT/Resources/Spring\\_Meetings\\_Report\\_\\_Spanish\\_Web.pdf](http://siteresources.worldbank.org/LACINSPANISHEXT/Resources/Spring_Meetings_Report__Spanish_Web.pdf)

Cardano, G. (1565). *Liber de Ludo Aleae (The Book on Games of Chance)*. (R. a. Holt, Trad.) New York.

CEPAL. (Junio de 2011). *La inversión extranjera directa en América Latina y el Caribe 2010*. (N. Unidas, Ed.) Recuperado el 23 de Septiembre de 2011, de Comisión Económica para América Latina y el Caribe:

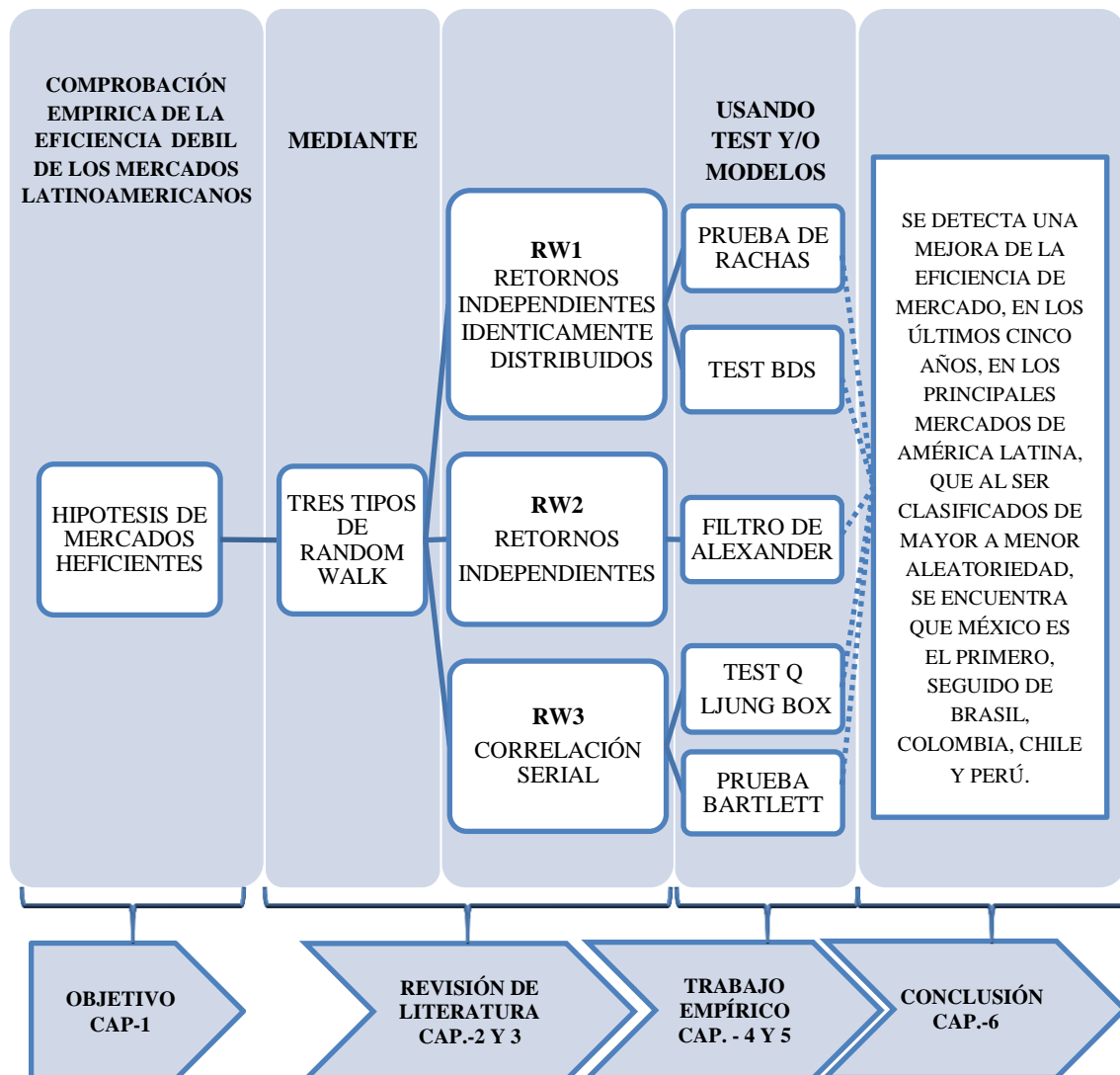
[http://www.cepal.org/publicaciones/xml/9/43289/2011-322-LIE-2010-WEB\\_ULTIMO.pdf](http://www.cepal.org/publicaciones/xml/9/43289/2011-322-LIE-2010-WEB_ULTIMO.pdf)

- Chong, T. T.-L., Lam, T.-H., & Yan, I. K.-M. (2012). Is the Chinese stock market really inefficient? *China Economic Review*, 23(1), 122-137.
- Coakley, F. A. (2006). Valuation ratios and price deviations from fundamentals. *Journal of Banking & Finance*, 30(8), 2325-2346.
- Fama, E. (1965). The Behavior of Stock Market Prices. *The Journal of Business*, 38, 34-105.
- Fama, E. (1970). Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. *Journal Of Finance*, 25, 383-417.
- Fama, E. (1991). Efficient Capital Markets:II. *The Journal of Finance*, 46(5), 1575-1617.
- Fama, E. (1998). Market Efficiency, Long-term Returns, and Behavioral Finance. *Journal of Financial Economics*(283-306.), 283-306.
- Fama, E., & Blume, M. E. (1965). Filter Rules and Stock Market Trading. *Journal of Business*, 39, 226.
- FMI. (Mayo de 2010). *Perspectivas Económicas; Las Américas - Aprovechando el viento a favor*. Recuperado el Junio de 2010, de International Monetary Fund: <http://www.imf.org/external/spanish/pubs/ft/reo/2010/whd/wreo0510s.pdf>
- Friedman, M., & Friedman, R. (1980). *Free to choose*. (C. R. Pujol, Trad.) Nueva York: Ediciones Orbis S.A. .
- Fritsche, A. (2001). The distribution of realized returns from moving average trading rules with application to Canadian stock market data. En A. Fritsche, J. Knight, & S. Satchell (Edits.), *Return Distributions in Finance* (págs. 276-306). Oxford: Butterworth-Heinemann .
- Granger, C. (1992). Forecasting stock market prices: Lessons for forecasters. 8(1), 3-13.
- Grossman, S., & Stiglitz, J. (1980). On the Impossibility of Informationally Efficient Markets. 70(3), 393-408.
- Kang, S. H., Cheong, C., & Yoon, S.-M. (2010). Long memory volatility in Chinese stock markets. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 389(7), 1425-1433.

- Kasman, A., & Kasman, S. (2008). The impact of futures trading on volatility of the underlying asset in the Turkish stock market. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 387(12), 2837-2845.
- Kawakatsu, H., & Morey, M. R. (1999). Financial liberalization and stock market efficiency: an empirical examination of nine emerging market countries. *Journal of Multinational Financial Management*, 9(3-4), 353-371.
- Kendall, M. (1953). The Analysis of Economic Time-Series-Part I: Prices. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 116(1), 11-25.
- Lee, J. W., Park, J. B., Jo, H. H., Yang, J. S., & Moon, H. T. (2009). Minimum entropy density method for the time series analysis. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 388(2-3), 137-144.
- Lim, K.-P., Brooks, R. D., & Kim, J. H. (2008). Financial crisis and stock market efficiency: Empirical evidence from Asian countries. *International Review of Financial Analysis*, 17(3), 571-591.
- Majumder, D. (2012). When the market becomes inefficient: Comparing BRIC markets with markets in the USA. *International Review of Financial Analysis*, 24, 84-92.
- Malkiel, B. G. (1992). Efficient market hypothesis. En M. M. P. Newman (Ed.), *New Palgrave Dictionary of Money and Finance*. Londres: Macmillan.
- Mandelbrot, B. (1963a). New methods in statistical economics. *Journal of Political Economy*, 71, 421-440.
- Mandelbrot, B. (1963b). The variation of certain speculative prices. *The Journal of Business*, 36(4), 394-419.
- Mandelbrot, B. (1966). Forecasts of Future Prices, Unbiased Markets, and "Martingale" Models. *The Journal of Business*, 39(1), 242-255.
- Mazouz, K., & Bowe, M. (2006). The volatility effect of futures trading: Evidence from LSE traded stocks listed as individual equity futures contracts on LIFFE. *International Review of Financial Analysis*, 15(1), 1-20.
- Montagnoli, A., & de Vries, F. P. (2010). Carbon trading thickness and market efficiency. *Energy Econ*, 32(6), 1331-1336.
- Moore, A. B. (1962). *A Statistical Analysis of Common Stock Prices*. (G. S. PhD theis, Ed.) Chicago: University of Chicago.
- Osborne, M. F. (1959). Brownian motion in the stock market. *Operations Research*, 7(2), 145-733.

- Peters, E. E. (1994). *Fractal Market Analysis: Applying Chaos Theory to Investment and Economics*. Wiley Finance Editions.
- Samuelson, P. A. (1965). Proof that properly anticipated prices fluctuate randomly. *Industrial Management Review*.
- Sarmiento, P., Duarte, J. B., & Mascareñas, J. (2012). Análisis de Causalidad entre mercados Bursátiles Latinoamericanos y el Standard & Poor's. *1er Congreso Global de Contabilidad y Finanzas*. Bogotá: Universidad Nacional.
- Yu, H., Nartea, G. V., Gan, C., & Yao, L. J. (2013). Predictive ability and profitability of simple technical trading rules: Recent evidence from Southeast Asian stock markets. *International Review of Economics & Finance*, 25, 356-371.

## SINOPSIS





# **1. INTRODUCCIÓN**

- 1.1 Objetivo y Justificación
- 1.2 Metodología de la investigación
- 1.3 Estructura de la tesis

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Objetivo y Justificación

En los últimos años se ha experimentado en América Latina un considerable incremento de la inversión directa extranjera (IED), originado principalmente por dos sinergias; por un lado, el fuerte crecimiento de la explotación de recursos naturales e infraestructura en la región por parte de países como USA (17%), Países bajos (13%), China (9%), Canadá (4%) y España (4%) entre otros CEPAL (2011); por otro lado, la crisis económica actual originada por la caída de las subprime en Estados Unidos en el 2008, ha propiciado que los inversionistas internacionales vean en Latinoamérica un escenario prometedor de generación de riqueza FMI (2010). Como consecuencia de este auge económico se han incrementado los *flujos brutos de capital*, experimentando en la región una profundización del proceso *bidireccional* de integración en el mercado financiero internacional Banco Mundial (2012). Esta dinámica bursátil en Latinoamérica justifica la presente tesis, cuyo propósito es contrastar empíricamente la eficiencia de sus mercados bursátiles en la forma débil durante los últimos 10,6 años, teniendo en cuenta que:

- Esta teoría es uno de los supuestos básicos de importantes modelos de valoración como el CAPM, Black-Scholes y ATP, que a su vez están siendo usados continuamente por académicos y profesionales de las finanzas para estimar el valor intrínseco de los activos financieros negociados en los mercados de la región, así como también para la estimación del precio base de fusiones y adquisiciones llevadas cabo en la última década.
- La comprobación de la eficiencia contribuye a brindar un elemento de juicio para que inversionistas e instituciones reguladoras de la bolsa evalúen si se están dando o no, las condiciones ideales en cuanto a lo que se denomina “juego justo”, teniendo en cuenta que el reciente crecimiento económico de la región ha generado liquidez en empresas y personas naturales que ven en el mercado bursátil un interesante medio de inversión.

## **1.2 Metodología de la investigación**

El proceso llevado a cabo para realizar la presente investigación se divide en dos grandes partes, en primera instancia se realiza la revisión de trabajos y literatura previa sobre la eficiencia de los mercados bursátiles y en segundo lugar se lleva a cabo la comprobación empírica de esta teoría en los principales mercados latinoamericanos mediante la verificación del recorrido aleatorio tipo 1, 2 y 3. A continuación se resumen las dos partes de la investigación.

- El trabajo inicia con el análisis del estado del arte de la teoría de mercados eficientes, centrándose en estudiar las investigaciones más relevantes que se han llevado a cabo hasta la fecha a nivel de mercados individuales (desarrollados y no desarrollados) y por regiones (Norteamérica, Europa, Asia, etc.), con el fin de detectar cuáles han sido las metodologías de comprobación empírica utilizadas por otros autores, así como también los hallazgos que sobre el tema se han obtenido en dichos mercados.
- Una vez analizada la literatura, se procede a estudiar el modelo de recorrido aleatorio en sus tres versiones, teniendo en cuenta que es la metodología empírica escogida en el presente trabajo para contrastar la hipótesis del mercado eficiente en Latinoamérica. En esta parte se busca analizar los diferentes test o pruebas estadísticas que generalmente son usados para probar la eficiencia de los mercados bursátiles.
- La segunda parte del trabajo correspondiente a la comprobación empírica, que se inicia con la delimitación de la muestra que está conformada por los índices y las empresas de las cinco principales economías de Latinoamérica como son: Brasil, México, Chile, Colombia y Perú, así como también del índice Standard & Poor's 500 de Estados Unidos como elemento de verificación relativa. Tomando como variable de estudio los retornos continuos de los activos financieros, debido a sus propiedades estadísticas y de interpretación por parte de los inversionistas.

- En seguida, se realiza un análisis exploratorio de las series financieras, buscando determinar su aproximación a la distribución Normal mediante estadísticos básicos como los cuatro primeros momentos, el estadístico Jarque-Bera y la prueba de bondad de ajuste Chi-Cuadrado.
- A continuación, se contrastan empíricamente los tres tipos de recorrido aleatorio mediante diferentes estadísticos, así: en Random Walk 1 se usan la prueba de rachas y el estadístico BDS; en Random Walk 2 se acude a los filtros de Alexander; en tanto que Random Walk 3 se contrasta con los test de Ljung & Box (1978) y la prueba de Bartlett (1946).
- Por último se extraen las observaciones más relevantes y se proponen líneas de investigación futuras, como resultado de la tesis.

### **1.3 Estructura de la tesis**

El trabajo está organizado en seis capítulos, en el primero se presenta la introducción, donde se pone de manifiesto el objetivo, la justificación y la metodología seguida en la investigación, así como también la estructura del presente documento.

El segundo capítulo, se ocupa de hacer un examen exhaustivo de la literatura que se ha publicado sobre investigaciones que han comprobado la eficiencia de los mercados bursátiles de países y regiones tanto desarrolladas como no desarrolladas. Esta exploración busca analizar las metodologías generalmente utilizadas en la contrastación de la teoría del mercado eficiente, así como también la de evaluar los hallazgos que se han dado en otras bolsas a nivel mundial.

El tercer capítulo se centra en estudiar el recorrido aleatorio como mecanismo de comprobación de la eficiencia de los mercados, que junto con el capítulo anterior de antecedentes, ayudan a determinar las pruebas y métodos estadísticos adecuados para contrastar empíricamente la hipótesis de mercados eficiente en Latinoamérica.

En el cuarto capítulo se define la metodología usada en la tesis, la cual se enfoca en detallar los test y métodos estadísticos que se usan en la verificación del comportamiento aleatorio tipo RW1, RW2 y RW3.

En el quinto capítulo, se presentan y analizan los resultados de las estimaciones de los test y filtros de gestión activa, con el fin de analizar país a país la eficiencia de sus respectivos mercados bursátiles.

Por último, se presentan las conclusiones finales del trabajo y las líneas de investigación futuras que surgen de la presente tesis doctoral.

## **2. LA TEORÍA DE LOS MERCADOS EFICIENTES**

- 2.1 Introducción
- 2.2 Definición de mercado eficiente
- 2.3 Tipos de eficiencia de mercado
- 2.4 Cuestionamientos a la eficiencia de mercado
- 2.5 Estudios empíricos de la teoría de mercado eficiente
- 2.6 Conclusiones

## 2. LA TEORÍA DE LOS MERCADOS EFICIENTES

### 2.1 Introducción

La rentabilidad y el riesgo son las principales características que describen a un *activo financiero*, el cual cumple con dos importantes funciones en una determinada economía, por un lado funciona como instrumento de transferencia de fondos de los agentes con superávit hacia aquellos deficitarios, y por otro de transferencia de riesgo entre ellos a través de lo que se conoce como el *mercado financiero*, el cual es por excelencia el escenario en el que: los participantes intercambian recursos, se fijan precios y además se reducen los plazos y costes de intermediación.

Un mercado financiero se asemeja a un mercado perfecto, cuando se traslada a este ámbito el concepto de *competencia perfecta*, para ello se deben dar cinco importantes características: amplitud, transparencia, libertad, profundidad y flexibilidad. La conjugación de estas características en un mercado bursátil propicia que tanto compradores como vendedores puedan conocer todas las posiciones de unos y otros, lo que hace que los precios incorporen toda la información disponible, favoreciendo la entrada y salida de cualquier agente de acuerdo a sus expectativas de precios, generando un cambio continuo de los precios hacia su valor fundamental que los hace eficientes informacionalmente y/o difíciles de predecir.

El presente capítulo estructura en 6 partes la conceptualización y teoría de los mercados eficientes así: Luego de la introducción, en las secciones segunda y tercera, se analizan las definiciones y tipos de eficiencia del mercado dadas por diferentes autores, a continuación, se presentan los cuestionamientos hechos a la hipótesis de eficiencia del mercado, para dar paso a la sección de estudios empíricos donde se analizan los resultados de investigaciones de eficiencia llevados a cabo en las diferentes regiones y/o continentes del mundo; por último se muestran las conclusiones del capítulo.

## 2.2 Definición de mercado eficiente

La definición de mercado eficiente<sup>1</sup> está asociado al concepto de igualdad de condiciones, planteado por Cardano (1565) en su obra *The book on games of chance*<sup>2</sup>, como principio fundamental de los juegos de azar, expresando:

“En todo juego el principio más fundamental es simplemente la igualdad de condiciones, esto es, de los contrincantes, de los mirones, del dinero, de la situación, de la caja de dados y del mismo dado. En la medida en que usted se aparte de la igualdad, si es a favor de su contrincante, usted es tonto, y si es al suyo propio, usted es injusto.”

Trasladando este concepto a los mercados bursátiles podría decirse que es la idea subyacente de la teoría de mercados eficientes en el sentido de que la igualdad de condiciones, principalmente de información relevante para la formación de los precios de los activos, es lo que hace que el mercado de valores sea “un juego justo” en el cual ningún agente pueda sistemáticamente obtener ganancias extraordinarias a partir de cualquier tipo de información.

Posiblemente uno de los primeros en plantear el concepto de la eficiencia de los mercados fue Gibson (1889) quien escribió en su obra *The Stock Markets of London, Paris and New York*, la siguiente definición, “al ser las acciones de conocimiento público en un mercado abierto, el valor que adquieren puede ser considerado como el juicio de la mejor inteligencia entre ellos”, este axioma destaca la importancia de la *información pública* como elemento de mejora del mercado. Años después Bachelier (1900), en su tesis doctoral desarrolla la matemática y estadística del movimiento browniano, explicando la eficiencia de los mercados bursátiles al asociar el comportamiento de los precios de los activos con una martingala, aproximación que deja claro lo difícil que puede ser la

---

<sup>1</sup> Según Fama (2010), los términos “Mercado Eficiente” y “Eficiencia de Mercado” fueron acuñados por primera vez en su publicación “Random Walks in Stock Market Prices”, la cual fue reimpressa meses más tarde por Fama (1965b)

<sup>2</sup> En su versión original en latín se llama *Liber de ludo aleae* (el libro de las apuestas).



predicción de los precios de los activos financieros debido a su comportamiento aleatorio. Por otro lado, desde el punto de vista de la justificación de los beneficios obtenidos al invertir, es Keynes (1923) quien subraya el hecho de que los inversores de bolsa no son recompensados por conocer mejor el mercado o el futuro de los activos, sino más bien por el riesgo intrínseco al que están expuestos al invertir en ellos, premisa que indirectamente asume que los precios recogen toda la información disponible y que por tal motivo la única fuente de ganancias extraordinarias es la capacidad del inversor para asumir riesgos, lo cual está en la misma dirección del concepto de mercado eficiente, que establece que cada activo tiende a su precio intrínseco de acuerdo a su nivel de riesgo.

Años después Samuelson (1965), en su publicación “*Proof that Properly Anticipate Prices Fluctuate Randomly*”, plantea el argumento teórico formal de un mercado eficiente, según el cual, los cambios de precios deben fluctuar impredeciblemente de acuerdo a como se vayan incorporando de forma instantánea todas las expectativas e información de los participantes del mercado. En esta misma dirección Fama (1965a) define un mercado eficiente como:

Un mercado en el que hay un gran número de inversores racionales, maximizadores del beneficio, compitiendo activamente entre sí, tratando de predecir los valores futuros de las acciones individuales del mercado, y donde la información actual importante está casi libremente disponible para todos los participantes... en un mercado eficiente en cualquier punto en el tiempo el precio real de una acción será una buena estimación de su valor intrínseco. Ahora, en un mundo de incertidumbre el valor intrínseco de una acción nunca se puede determinar con exactitud.

En ésta definición, implícitamente está inmerso el concepto de igualdad de condiciones de Cardano (1565), en el sentido de que el juego<sup>3</sup> será justo siempre y cuando los participantes cuenten con igualdad de condiciones informacionales, además, la definición involucra también la incertidumbre en la predicción de los precios, planteada por Bachelier (1900), Samuelson (1965) y Keynes (1923),

---

<sup>3</sup> En el ámbito financiero, el juego de se asimila al escenario de inversión del mercado bursátil.

quienes destacan el concepto del riesgo asociado a la imprevisibilidad de los precios.

Desde entonces, la hipótesis del mercado eficiente planteada por Fama (1965a), ha presentado varias depuraciones<sup>4</sup> por parte del autor, incorporando conceptos como el impacto de los costes de transacción y consecución de la información<sup>5</sup>, aclarando que los precios reflejan la información hasta el punto en el que los beneficios marginales no excedan los costes (transacción e información) marginales [Fama (1991)], igualmente, años después el autor analiza las anomalías de mercado llegando a la conclusión de que “en los mercados eficientes el valor esperado de las rentabilidades anormales es cero, pero el azar genera desviaciones de cero (anomalías<sup>6</sup>) en ambas direcciones” [Fama (1998)], queriendo decir que para el autor estas anomalías no son sistemáticas, sino que tienden a desaparecer con el cambio de la técnica o forma en que se miden.

Por su parte, Malkiel (1992) ofrece una definición ampliada del mercado eficiente, con respecto a la dada por otros autores:

Se dice que un mercado de capitales es eficiente si refleja total y correctamente la información relevante en la determinación del precio de una acción. Formalmente, se dice que el mercado es eficiente con respecto a un conjunto de información si el precio del activo no es afectado por revelar esa información a todos los participantes. Más aún, eficiencia con respecto a un conjunto de información implica que es imposible obtener un beneficio económico por la comercialización de ese conjunto de información.

Esta definición complementa las anteriores en el sentido de que sugiere dos métodos de contrastarla, en primer lugar se podría evaluar la eficiencia del mercado al analizar la reacción que pueda producir una determinada información

---

<sup>4</sup> Originadas principalmente por cuestionamientos a la teoría (Ver Sección 2.4)

<sup>5</sup> La versión original de mercado eficiente parte del supuesto de que los costes de transacción y de consecución de la información son cero.

<sup>6</sup> Algunos autores han encontrado anomalías en los mercados bursátiles de tipo *Momentum*, *Contrarian*, *Calendario* y *Manada*: Herrera & Lockwood (1994); Tsui & Yu (1999); Lao & Singh (2011); Al-Hajieh, Redhead, & Rodgers (2011) y Doyle & Chen (2012a)

en los precios de las acciones (eficiencia semifuerte) y en segundo lugar cuantificar los beneficios que se puedan obtener en la comercialización de la información de un activo financiero.

Por otro lado la hipótesis de mercado eficiente se fundamenta en varios supuestos planteados por Fama (1970) y Ludlow (1997):

*Desde el punto de vista institucional.*

- i. *Lo precios son libres.* Se forman por la oferta y la demanda sin ningún tipo de intervención o restricción, tales como las bandas de precios usadas en algunos mercados de China, Taiwán y Corea [ Ammermann & Patterson (2003); Lim & Brooks (2009) y Chen, Gerlach, & Liu (2011)].
- ii. *Hay libre entrada y salida del mercado.* Es decir en el mercado no debe existir limitación a los agentes para comprar o vender los activos en cualquier momento.
- iii. *El mercado provee toda la información relevante sin coste,* de tal forma que las instituciones que administran e intervienen en los mercados deben propender porque la información relevante de cada activo esté disponible para el conocimiento de los agentes de forma “gratuita”. En este sentido la internet ha prestado un gran apoyo a la divulgación de la gestión empresarial a través de las páginas web, sin embargo para el caso de la hipótesis de eficiencia fuerte, existen cuestionamientos tales como la paradoja planteada por Grossman & Stiglitz (1980), descrita en la sección 2.4.

*Desde el punto de vista de los agentes:*

- iv. *Los inversionistas hagan uso de toda la información relevante,* sin embargo se debe tener en cuenta que un inversionista considera la información importante según su perfil, es así como Peters (1994) manifiesta que la información puede ser relevante dependiendo del horizonte de tiempo con que el inversionista está interesado en entrar o salir del mercado.

- v. *El uso que se haga de la información sea económicamente correcto. es decir*, los inversionistas son racionales y están de acuerdo en los principios de análisis de la información económica para llegar a precios cercanos al fundamental.

Los dos últimos supuestos han sido objeto de críticas, ya que se ha encontrado evidencia de que en algunos mercados los agentes *no son racionales en el sentido económico*, sino que toman decisiones basados en elementos psicológicos como los efectos *manada o moda* [ Kaminsky & Schmukler (1999)], comprando o vendiendo por entusiasmo o imitación e induciendo a que los precios suban o bajen a niveles alejados de su valor intrínseco, no obstante en contra de estas detracciones, Shleifer (2003) aclara que efectivamente existen algunos inversionistas no racionales que generan operaciones al azar, pero éstas son anuladas tanto por inversionistas racionales como por arbitrajistas (quienes son mayoría en el mercado), y por lo tanto su influencia sobre los precios es limitada. Es decir, el autor resalta que a pesar de que al mercado bursátil acuden inversionistas poco racionales, su influencia en la desviación de los precios intrínsecos es contrarrestada, ya sea por ellos mismos o por inversionistas especializados que rápidamente “aprovechan” las posibles ineficiencias que puedan ocasionar estos, llevando a que el mercado sea eficiente.

Por ultimo Aragonés & Mascareñas (1994) resaltan tres factores que describen el debate entre los teóricos y los prácticos de las inversiones financieras sobre si existe o no eficiencia en los mercados bursátiles: En primer lugar se destaca el hecho de que los únicos que podrían obtener beneficios significativos en términos absolutos (mas no en términos relativos) son aquellos que gestionan grandes cartera, que cuentan con suficientes recursos como para valorar mejor el precio intrínseco de los activos y tomar posiciones que generalmente estimulan los precios a su valor fundamental; un segundo factor, está relacionado con el *sesgo* en la selección de la cartera, ya que los oponentes de la teoría de mercado eficiente pueden argumentar que en la mayoría de los casos se publican estudios que demuestran la eficiencia del mercado, mas no así las estrategias de gestión

que logran rendimientos sistemáticamente superiores, ya que sus autores no están interesados en que se den a conocer sus actividades rentables pues perderían su supuesta ventaja; por ultimo está el factor *suerte*, que se refiere al hecho de que los precios de los activos y carteras tienen asociada una distribución de probabilidad, la cual en algunos casos permiten ganar (o perder), pero nunca gestionar activos como para obtener sistemáticamente beneficios en los mercados.

De acuerdo a las anteriores definiciones, supuestos y análisis se puede extraer que un mercado es eficiente cuando en él se cuenta con la suficiente liquidez y racionalidad económica por parte de los agentes como para que cualquier tipo de información relevante sea absorbida por los precios de forma instantánea, generando un comportamiento aleatorio en ellos, lo que hace imposible su pronóstico sistemático. Nótese que en esta definición se incluyen las dos principales formas de medir la eficiencia empírica del mercado, tal como se extraer de la revisión de investigaciones de la sección 2.5.3.

## **2.3 Tipos de eficiencia de mercado**

La eficiencia de mercado ha sido definida dependiendo del grado de información con que se cuente en la formación de los precios, es así como, la distinción entre eficiencia fuerte y débil fue planteada por primera vez<sup>7</sup> por Roberts (1967), sin embargo es Fama (1970) quien retoma y amplía la definición a los tres niveles de eficiencia de acuerdo al *fully reflect* de la información: en primer lugar, la forma *débil* (weak form) plantea que la información relevante para tomar decisiones de inversión está recogida en los precios históricos de las acciones, en segundo lugar señala la forma *semifuerte* (semi-strong), que se presenta cuando además de los precios históricos se cuenta con información adicional, que está disponible públicamente y por tal motivo contribuye a la formación de los precios, por último el autor define la forma *fuerte* (strong) de eficiencia del mercado como

---

<sup>7</sup> Fama (1970) en el primer pie de página de este documento, el autor reconoce que el primero en sugerir la distinción de los tipos de eficiencia de mercado fue Roberts (1967).

aquella en que algunos inversores cuentan con información *privilegiada* relevante para la formación de los precios. En el Gráfico 2.1 se muestra la relación entre los tres niveles de eficiencia, en los cuales la forma fuerte contiene a la semifuerte y esta última implica el cumplimiento de la forma débil.

Gráfico 2.1 Tipos de eficiencia de mercado



Fuente: Elaboración propia.

## 2.4 Cuestionamientos a la eficiencia de mercado

Generalmente toda teoría tiene sus detractores, los premio nobel de economía del 2001 Akerlof, Spence y Stiglitz cuestionan la hipótesis de mercado eficiente argumentando *asimetrías en la información* que generan problemas de riesgo moral y de selección adversa en los mercados de automóviles [ Akerlof (1970)], laborales [ Spence (1973)] y de crédito [ Stiglitz & Rothschild (1976)]. Además Stiglitz (2010), en su obra “*Freefall: America, Free Markets, and the Sinking of the World Economy*” desmiente las teorías racionales del mercado (entre ellas la EMH) basándose en el comportamiento imprudente y descontrolado de Wall Street en los años previos al 2007, que originaron la crisis de las subprimes en Estados Unidos y que según el autor, fue adicionalmente mal manejada por los respectivos gobiernos, en el sentido de que para salir de la crisis se castigaron los salarios y se redujeron las pensiones, mientras que los bonos de los banqueros se incrementaron sustancialmente.

Además, Grossman & Stiglitz (1980) cuestionan la hipótesis de Fama principalmente en lo referente a la forma fuerte de eficiencia del mercado, argumentando que los precios solo reflejan parcialmente la información disponible, Uribe & Ulloa (2011) presentan este cuestionamiento como una paradoja de la eficiencia de mercado:

Si se parte del supuesto de que la información es costosa y los mercados son eficientes, entonces nadie tendrá incentivos para incurrir en el coste de la información. Será más rentable y, por ende, un comportamiento racional, esperar a que los precios reflejen toda la información disponible, incluida la información que es costosa. No habrá que esperar mucho en todo caso, porque la EMH garantiza que esta información se incorpora en el precio instantáneamente. No obstante, puesto que todos los agentes tienen los mismos incentivos, ninguno incurrirá en el coste de la información, razón por la cual será imposible que los precios la reflejen.

Teniendo en cuenta que Grossman y Stiglitz parten de la premisa de que la información es costosa, este cuestionamiento iría en contra de la eficiencia fuerte más no de la débil y semifuerte en donde generalmente la información se proporciona al público sin coste alguno, tal como lo reconoce Fama (1991). Además al indagar en la literatura (Ver Sección 2.5.3) se encuentran pocos trabajos empíricos de la forma fuerte de eficiencia, queriendo decir que las investigaciones deberían enfocarse en contrastar la eficiencia semifuerte y débil [Fama (1970)], tal como se propone en el presente trabajo.

Otro cuestionamiento a la teoría de mercados eficientes está dirigida a que los inversionistas (principales) delegan casi toda la participación de sus inversiones a intermediarios profesionales (corredores de bolsa, bancos, administradores de fondos), generando lo que se conoce como un “*problema de teoría de agencia*”, en donde los intereses y objetivos de los intermediarios no siempre son iguales a los de los inversionistas principales. Ante esta disyuntiva se sugiere que los modelos de fijación de precios de activos deberían tener en cuenta a los intermediarios de inversión con el fin de hacerlos más realistas y ofrecer una

mejor comprensión en el funcionamiento de los mercados financieros, tal como lo hacen Vayanos & Woolley (2008).

Algunas de las anteriores críticas, como la expuesta por Stiglitz, ponen de manifiesto que el papel regulatorio del estado en los mercados podría contribuir a un mayor nivel de eficiencia, sin embargo desde el punto de vista de los agentes del mercado financiero, una fuerte regulación podría generar mercados excesivamente controlados que de alguna forma generan ineficiencias en estos, tal como lo han contrastado Chong, Lam, & Yan (2012); Mookerjee & Yu (1999) y Wu & Mcerlean (2003) en China; de ahí que siempre se llegue a la pregunta crucial: ¿Cuál es el nivel de control “adecuado” que se debe ejercer sobre los mercados para que en ellos se pueda cumplir su principal función que es la de transferir fondos y riesgos, sin caer en excesos que generen crisis financieras?

## **2.5 Estudios empíricos de la teoría de mercado eficiente**

### **2.5.1 Antecedentes**

El primero en verificar de forma empírica la teoría de mercado eficiente es Cowles (1933) y (1944), al evaluar el nivel de asertividad de los analistas de bolsa de su tiempo, llegando a la conclusión de que sus recomendaciones no predicen sistemáticamente el mercado, reforzando así la teoría de que el mercado norteamericano era eficiente en esa época. En la década de los cincuenta se presentan importantes hallazgos sobre el comportamiento de los activos financieros, es así que Kendall (1953), analiza los precios semanales de 22 compañías norteamericanas, hallando dos importantes comportamientos, el primero la aleatoriedad y el segundo la estacionalidad<sup>8</sup> en las series de precios. Años más tarde Roberts (1959) ratifica lo hallado por Kendall, al demostrar que las series financieras tienen gran semejanza con el paseo aleatorio. En este mismo sentido Osborne (1959) encuentra que los precios de las acciones se comportan de forma similar al movimiento browniano.

---

<sup>8</sup> Se le atribuye como el primero en detectar la estacionalidad en los precios bursátiles



A pesar de los numerosos trabajos empíricos sobre mercados eficientes, no es sino hasta la década de los sesenta que este concepto se convierte en teoría a partir de los rigurosos estudios de Mandelbrot (1963a), (1963b), (1966); y Samuelson (1965); quienes asociaron modelos matemáticos como la martingala al comportamiento de los precios de los activos financieros, mientras que se le atribuye a Fama (1965a) y (1970) su capacidad para compilar en sus publicaciones los fundamentos empíricos y teóricos desarrollados hasta la fecha, analizando el modelo de recorrido aleatorio<sup>9</sup> como herramienta para describir los mercados bursátiles, resaltando el reto que enfrentan los *chartistas* al intentar predecir los precios de las acciones en presencia de aleatoriedad.

### **2.5.2      *Caracterización de la Eficiencia del Mercado desde 1997***

Estrictamente hablando, la hipótesis de Eficiencia de Mercado, no es posible contrastarla directamente tal como lo exponen (Granger, 1992) y (Fama, 1970), sin embargo, existen aproximaciones empíricas para su comprobación, es así como a partir de la búsqueda en bases de datos (principalmente ScienceDirect<sup>10</sup>), se caracterizaron en el presente trabajo las pruebas o metodologías más usadas para verificar la eficiencia débil, semifuerte y fuerte de los mercados bursátiles a nivel mundial, dando lugar al Gráfico 2.2 en el cual se clasificaron 371<sup>11</sup> pruebas empíricas aplicadas en 179 trabajos de investigación publicados desde 1997, las cuales al ser clasificadas según su frecuencia, generan los porcentajes que aparecen al frente de cada test en el Gráfico 2.2

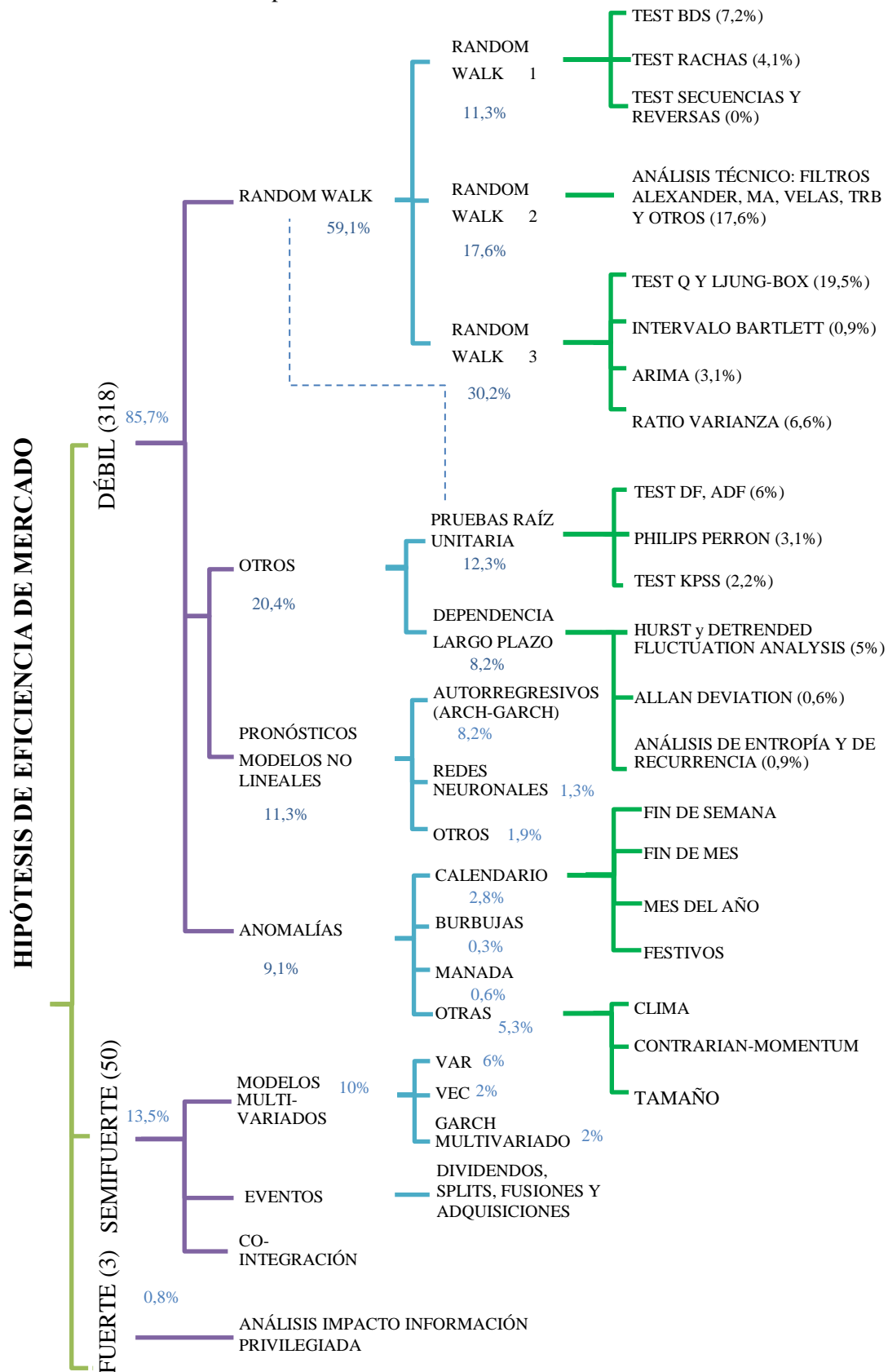
---

<sup>9</sup> La diferencia entre los modelos de recorrido aleatorio y martingala, se estudia con mayor profundidad en el Capítulo 3.

<sup>10</sup> Esta base de datos Cuenta con 3178 revistas indexadas de las cuales 344 incluyen temas de Economía, Econometría y Finanzas.

<sup>11</sup> 318 de eficiencia débil; 50 de semifuerte y 3 de fuerte.

Gráfico 2.2 Caracterización pruebas eficiencia



Fuente: Elaboración propia. VAR: Vectores Autorregresivos, VEC: Vector de Corrección de Errores, MA: Media Móvil, TRB: Trading Range Break-out, DF: Dickey-Fuller, ADF: Dickey-Fuller Aumentado, KPSS: Prueba Kwiatkowski, Phillips, Smichdt y Shin

Como se puede observar, en el Gráfico 2.2, las pruebas de recorrido aleatorio son las más empleadas para verificar la eficiencia débil del mercado con un 59,1% de participación, destacándose las pruebas de Ljung-Box, BDS y Rachas como las más testeadas. Mientras que el segundo, tercero y cuarto lugar para contrastar la eficiencia débil es ocupado por las pruebas de raíz unitaria y dependencia de largo plazo (20,4%), pronósticos mediante modelos no lineales (11,3%) y anomalías del mercado (9,1%), respectivamente.

Por otro lado, se encuentran cincuenta pruebas que contrastan la hipótesis semifuerte y tres de la hipótesis fuerte de eficiencia del mercado; lo cual quiere decir que la forma débil es la mayormente verificada (85,71%), ratificando lo planteado por Grossman & Stiglitz (1980). A continuación se revisan los principales estudios sobre eficiencia de mercado llevados a cabo a nivel mundial.

### ***2.5.3 Eficiencia de mercado por regiones***

La eficiencia de los mercados bursátiles ha sido ampliamente testeada desde su formulación en la década de los sesenta, tanto en mercados desarrollados (Norteamérica y Europa), como en emergentes (Asia, Oceanía, África y Latinoamérica). En los siguientes numerales se analizan los trabajos llevados a cabo en estas regiones con el fin de detectar posibles patrones que ayuden a comprender mejor el comportamiento de los mercados desde el punto de vista de su eficiencia.

#### ***2.5.3.1 Norteamérica***

La bolsa norteamericana generalmente es tomada como referente de evaluación comparativa de la eficiencia de mercado, teniendo en cuenta su mayor liquidez y volumen de negociación a nivel mundial a través de los índices S&P500, Dow Jones, NYSE, Nasdaq y S&P/TSX de Canadá. No obstante, la eficiencia del mercado norteamericano ha sido contrastada continuamente con resultados contradictorios por diferentes metodologías. Autores como Prather & Bertin (1998); Chauvet & Potter (2000); Potvin, Soriano, & Vallée (2004); Wu, Huang,

& Chiu (2011); Alexeev & Tapon (2011); Shynkevich (2012) y de forma destacada Brock, Lakonishok, & LeBaron (1992) encuentran posibilidades de batir el mercado mediante análisis técnico, para diferentes periodos comprendidos desde el año 1933 hasta el 2010, mientras que Day & Wang (2002), Marshall, Young, & Rose (2006) y Marshall, Cahan, & Cahan (2006), comprobaron eficiencia en el mercado haciendo uso normas técnicas como media móvil, Trading Range Break-Out y análisis velas, para diversos periodos entre el año 62 y 2003. De la misma forma la eficiencia de mercado se ha verificado entre los años 1976 al 2010, mediante modelos de predicción como AR, ARCH, GARCH y Redes Neuronales, por autores como Gençay (1998); Joseph (2003); Ansari, Kumar, Shukla, Dhar, & Tiwari (2010); Hong, Lin, & Wu (2012) y Ho, Zheng, & Zhang (2012); quienes concluyen que es posible pronosticar los retornos y la volatilidad del mercado norteamericano a partir de los precios históricos, las cotizaciones de las opciones y el volumen de negociación de los activos financieros, aunque algunos autores matizan la eficiencia del mercado, encontrando que en periodos de crisis los precios de los activos se aproximan a su valor fundamental, mientras que en periodos alcistas se verifican desviaciones prolongadas de los precios con respecto al valor intrínseco [Coakley & Fuertes (2006) y Kim, Shamsuddin, & Lim (2011)]. Otros trabajos que se concentran en el análisis de la estructura de las series financieras mediante el estudio de la memoria de largo plazo (Coeficiente de Hurst, Lyapunov, Dimensión de Correlación, Detrended Fluctuation Analysis y Allan) y la aleatoriedad (Rachas, BDS) están divididos en cuanto a la eficiencia del mercado dado que Kohers, Pandey, & Kohers (1997); Serletis & Shintani (2003); Mulligan & Lombardo (2004); Mulligan (2004); Fernandez (2010) y Alvarez & Escarela (2010) identifican estructuras en los datos que podrían indicar predictibilidad durante los años 1928 al 2002 mientras que otros autores como Couillard & Davison (2005) y Liu (2007) no pueden rechazar la hipótesis de aleatoriedad desde el 73 al 2011.

Igualmente la comprobación semifuerte de la eficiencia del mercado americano (NYSE, NASDAQ y AMEX) registra contradicciones respecto a su eficiencia: Busse & Clifton (2002) encuentran que en el año 2000, un agente no puede

generar beneficios basado en las noticias públicas a menos que actúe casi inmediatamente, además detecta que las buenas noticias se incorporan a los precios en un minuto, mientras que las negativas se incorporan más lenta y gradualmente en quince minutos, por el contrario, Visaltanachoti & Yang (2010) hallan que en el mercado NYSE durante el año 2005, las acciones extranjeras toman el doble del tiempo de las acciones locales para reflejar la información pública, dejando en entredicho el mercado de los ADRs en este país, también, Ferreira & Brooks (1999) rechazan la eficiencia semifuerte durante los años 88 al 93 y Easley, Kiefer, & O'Hara (1997) en los meses de octubre a diciembre del 90, hallando retornos anormales ante los anuncios de eventos en el volumen y el tamaño de las negociaciones, lo que llevaría a pensar que desde la década de los ochenta hasta el año 2000 el mercado bursátil de Estados Unidos ha experimentado una mejora en su eficiencia, tal como es verificado por Shynkevich (2012).

Teniendo en cuenta que las anomalías de mercado en Norteamérica han sido ampliamente estudiadas en la década de los 70 a los 90, en la literatura consultada existe un único trabajo sobre anomalías en los Estados Unidos, llevado a cabo por Parhizgari & Nguyen (2008), quienes analizan los activos ADRs de origen asiático, europeo, y suramericano en los índices NYSE, AMEX y NASDAQ, desde el año 82 al 2005, encontrando anomalías de *Momentum*, *Contrarian* y efecto tamaño de empresa.

#### 2.5.3.2 *Europa*

A partir de la consulta de investigaciones realizadas desde 1997, solo se encuentran trabajos de Europa para el periodo de 1999 a 2012, lo cual es motivado posiblemente por la unificación monetaria de la región desde el año 2000, que provoca una profunda transformación del sector financiero europeo tal como lo resalta López (2007) y que a su vez motiva a la comunidad académica a preguntarse sobre la eficiencia de los mercados bursátiles europeos.

Al igual que en el mercado norteamericano la hipótesis de eficiencia se ha contrastado en Europa mediante diferentes herramientas y metodologías; entre ellas el análisis técnico en las bolsas de Madrid [ Fernández Rodríguez & González (2000) y Straßburg, González, & Alexandrov (2012)] y Suecia [ Metghalchi, Chang, & Marcucci (2008)], encontrando posibilidad de obtener rendimientos extraordinarios para los años 1966 a 1998 y de 1986 a 2004, respectivamente. Igualmente los modelos de predicción autorregresivos GARCH, han sido usados en los mercados de Suiza [ Hess (2003)] y Alemania [ Raunig (2006)] hallando predictibilidad de largo plazo desde 1963 a 2005. Otros trabajos que también han identificado no eficiencia del mercado europeo mediante análisis de caos y aleatoriedad, son documentados por Opong, Mulholland, Fox, & Farahmand (1999); Dicle & Levendis (2011) y Caraianni (2012) en siete países diferentes durante los años del 78 al 2010. En contraste, DePenya & Gil-Alana (2007); Montagnoli & de Vries (2010) y Khan & Vieito (2012) encuentran evidencia de mejora de la aleatoriedad a partir de 1997, lo cual podría ser una consecuencia de la consolidación de la comunidad económica y monetaria europea. Por último, Kasman, Kasman, & Torun (2009) obtienen resultados mixtos en cuanto a la eficiencia débil de mercado en los años 90, a partir del uso de modelos de predicción ARFIMA-FIGARCH que combinan parámetros autorregresivos con comportamientos fractales, concluyendo que se presenta memoria de largo plazo en Estonia; eficiencia en Polonia, Croacia y Bulgaria; y los resultados no son concluyentes para Hungría, República Checa, Eslovaquia y Eslovenia.

En cuanto a la eficiencia semifuerte, también se evidencia una mejora de esta en los trabajos de Mazouz & Bowe (2006) y Lobe & Rieks (2011) para los mercados de Alemania y Londres.

### 2.5.3.3 Asia

Se analiza por separado el mercado de China de los demás países del Oriente, dada la relevancia económica que ha tenido este país en los últimos años y el número significativo de trabajos de investigación sobre su eficiencia de mercado.

- *China (Incluyendo Hong Kong y Taiwán).* A diferencia de los países de Europa del Este y de Rusia, en donde sus economías pasaron de ser “planificadas” a “de mercado” de forma relativamente rápida bajo la “teoría de Shock”<sup>12</sup>, China ha llevado a cabo una reforma gradual de su economía en los últimos 35 años<sup>13</sup>, que según Martínez (2001) ha venido ganando adeptos teniendo en cuenta los excelentes resultados económicos obtenidos por China en los últimos años. Este modelo de desarrollo Chino ha influido sobre sus mercados bursátiles, ya que según los trabajos de investigación por subperiodos realizados por Mookerjee & Yu (1999); Wu & Mcerlean (2003); Groenewold, Kan Tang, & Wu (2003) y Groenewold, Kan Tang, & Wu (2008) y Chong, Lam, & Yan (2012), las reformas planteadas por el gobierno han contribuido a la mejora de su eficiencia. Un caso concreto del efecto de las reformas es investigado por Fifield & Jetty (2008) y Hung (2009), quienes observan que la eficiencia de las acciones B ha mejorado, luego de que se permitiera la inversión de los nacionales en este mercado, aumentando su liquidez. Aunque, Tsui & Yu (1999); Chan, Lo, & Cheung (1999); Kang, Cheong, & Yoon (2010); Gu, Ren, Ni, Chen, & Zhou (2010) y Chen, Gerlach, & Liu (2011) encuentran no eficiencia en el mercado chino, posiblemente porque estos autores no dividen el periodo de muestra en subperiodos que pudieran matizar la mejora en la

---

<sup>12</sup> Esta doctrina llamada por Friedman & Friedman (1980) terapia de shock consiste en una transición rápida de las economías hacia el libre mercado. Una fuerte crítica a esta teoría es presentada por Klein (2007).

<sup>13</sup> La cronología de esta reforma está dada por: 1978-1983, incremento de la autonomía administrativa de las empresas estatales; 1984-1988, introducción del «sistema de responsabilidad contractual»; 1989-1992, ralentización de las reformas laborales. Se presiona a las empresas estatales para que creen empleo; 1993-2005, creación de un sistema empresarial moderno, guiado por la política *Zhuanda Fangxiao* consistente en «amarrar a las grandes y dejar libres a las pequeñas»; Post 2005, Limitación y reversión de la anterior reforma, políticas más igualitarias y populistas, incrementos de subsidios para el sector salud e inversión en el sector público [ Fernández L. (2002)]

eficiencia del mercado. Por otro lado Poon & Fung (2000) identifican una transmisión de volatilidad y rentabilidad del mercado de Hong Kong hacia la china continental, lo cual es explicado por su mayor transparencia en la administración de este mercado que genera una mayor confianza en los inversores. Por último el mercado taiwanés ha sido testeado para diferentes periodos desde 1971 hasta 2008 por Ammermann & Patterson (2003); Cheng & Ying (2009) y Lu, Shiu, & Liu (2012) encontrando que este mercado ha tenido una trayectoria de eficiencia motivada probablemente por su rápido crecimiento económico e industrial después de la segunda guerra mundial.

- *Oriente: Corea del Sur, Malasia, Filipinas, India, Indonesia, Japón y Singapur.* Contrario a lo que se esperaría de estos países que se han caracterizado por fuertes crecimientos en sus economías, autores como Mookerjee & Yu (1999); Silvapulle & Choi (1999); Fernández Rodríguez, Sosvilla Rivero, & Dolores García (1999); Holden, Thompson, & Ruangrit (2005); Wen Cheong, Hassan Shaari Mohd Nor, & Isa (2007); Rahman & Saadi (2008); Kang, Cheong, & Yoon (2010); Jayasinghe & Tsui (2008); Dicle, Beyhan, & Yao (2010) y Mishra, Sehgal, & Bhanumurthy (2011) han encontrado no eficiencia para estos mercados bursátiles en los últimos 25 años, con excepción de dos economías, por un lado Filipinas en donde Sharma & Wongbangpo (2002) no hallan correlación con cuatro países asiáticos (Indonesia, Malasia, Singapur y Tailandia) y por otro, Corea del Sur en el que Lee, Park, Jo, Yang, & Moon (2009) manifiestan que en los últimos diez años (veinte para USA) los patrones en las series han disminuido, como consecuencia de una mayor velocidad en el flujo de la información, posibilitado por la internet. Al indagar sobre la causa de la poca eficiencia de los mercados asiáticos, ninguno de los autores reseñados ofrece una razón para este comportamiento.

Por último el mercado chino<sup>14</sup> es contrastado junto a países del oriente<sup>15</sup> encontrando no eficiencia en sus mercados desde 1984 hasta 2009 por parte de

---

<sup>14</sup> Shanghai, Shenzhen, Hong Kong y Taiwan



autores como Cajueiro & Tabak (2004); Jiang, Ma, & Cai (2007); Lim, Brooks, & Hinich (2008); Lim & Brooks (2009); Chen, Gerlach, & Liu (2011); Lao & Singh (2011); Chuang, Liu, & Susmel (2012) y Lin, Chen, & Gerlach (2012); quienes detectan no aleatoriedad, anomalías y relaciones de causalidad. Aunque, Hoque, Kim, & Pyun (2007) rescatan como eficientes, los mercados de Taiwán y Corea del Sur en el periodo de 90 y 2004; Chen, Huang, & Lai (2009) hallan eficiencia de mercado mediante análisis técnico para ocho países asiáticos; además Chan, McQueen, & Thorley (1998) concluyen que no existen burbujas especulativas racionales antes del año 1994 en seis países asiáticos, contradiciendo los diagnósticos de Del Villar, Murillo, & Backal (1998); Ahmed, Barkley Rosser Jr., & Uppal (1999); Porter & Takeuchi (1999); Torrero (2001) y en general, la prensa especializada, quienes detectan burbujas en la valoración de activos financieros e inmobiliarios en el mercado asiático y de Japón a finales de los ochenta y mediados de los noventa. En este mismo sentido, sobre la crisis asiática del 97, Lim, Brooks, & Kim (2008) llevan a cabo un interesante estudio donde evalúa la eficiencia de sus mercados en tres subperiodos pre-crisis, crisis y post-crisis, llegando a conclusión de que la crisis afectó negativamente la eficiencia de la mayoría de mercados asiáticos debido a la sobre-reacción de los inversores provocando un efecto manada [ Kaminsky & Schmukler (1999)] ante noticias adversas tanto locales como internacionales que no pudieron ser controladas por las autoridades de estos países, sin embargo este autor destaca que después de la crisis la mayoría de economías recuperan su eficiencia de mercado sin argumentar las razones precisas que llevaron a esta mejora.

- *Oriente Medio*<sup>16</sup>: Autores como Bley (2011); Esfahanipour & Mousavi (2011) y Al-Hajieh, Redhead, & Rodgers (2011) encuentran que en general países del medio oriente como Bahrén, Egipto, Irán, Jordán, Kuwait, Omán, Qatar, Reino Arabia Saudita, Emiratos Árabes Unidos son no eficientes desde el

---

<sup>15</sup> Japón, Corea del Sur, Singapur, Taiwán, India, Indonesia, Kuala Lumpur, Malasia, Filipinas, Pakistán, Sri Lanka, Tailandia y Australia.

<sup>16</sup> Se deja a Egipto tanto en Oriente Medio y África, debido a que algunos autores lo consideran como parte del uno o el otro.

año 92 hasta 2009, mientras que Buguk & Wade Brorsen (2003) concluyen que Turquía, a diferencia de los demás países, es eficiente en el periodo de 1992 a 1996 y Kasman & Kasman (2008) coinciden en que el mercado turco mejora su eficiencia después la introducción de los futuros en 2005. Por otro lado Al Janabi, Hatemi-J, & Irandoust (2010) identifican eficiencia semifuerte en el mercado del Consejo de Cooperación del Golfo (GCC) con respecto a las noticias del oro y el petróleo, para el periodo entre 2006 y 2008.

#### 2.5.3.4 *África.*

De los trabajos de Appiah-Kusi & Menyah (2003); Alagidede (2011) y Gupta & Modise (2013) se desprenden cuatro grandes conclusiones sobre la eficiencia del continente. En primer lugar, los mercados de Egipto y Marruecos han sido los más eficientes de la región desde el 90 hasta el 2006 ; en segundo lugar, se halla una mejora de la eficiencia en los países de Nigeria y Sudáfrica a partir de 1995 motivado posiblemente por el auge de sus exportaciones de materias primas hacia China e India en la última década; en tercer lugar, Kenia pasa de ser un mercado bursátil eficiente del 90 al 95 a no serlo del 95 al 2006, lo cual podría estar relacionado con las crisis económicas y de seguridad que sufrió este país en los noventa, y su posterior recuperación a inicios del 2002; por ultimo para países como Zimbabue, Mauricio, Túnez, Botsuana, Ghana, Costa de Marfil, no se tiene un registro claro de la trayectoria de su eficiencia de mercado.

#### 2.5.3.5 *Oceanía.*

Los estudios eficiencia de mercado de Marshall, Cahan, & Cahan (2006) y Bastos & Caiado (2011) contrastan este comportamiento en el mercado Neozelandés identificando una mejora en su eficiencia a partir del año 1992, originada por la transición de un país proteccionista a uno de empresa privada y de mercado, mediante la implementación de reformas en las décadas del 80 y 90.

Por otro lado, en el mercado australiano existen resultados contradictorios respecto a la eficiencia de mercado, ya que autores como Gaunt (2000); Doyle &

Chen (2012a); Ellis & Parbery (2005) y Doyle & Chen (2012b) verifican aleatoriedad en este mercado, en contraste con Jiang, Ma, & Cai (2007) y Lee, Lee, & Lee (2010), quienes encuentran estacionariedad en los precios y no linealidad respectivamente, en el mercado Australiano.

#### 2.5.3.6 *Latinoamérica.*

A continuación se presentan los principales trabajos encontrados en revistas indexadas en Latinoamérica, además de los artículos indexados en la base de datos ScienceDirect.

En Latinoamérica durante la última década y media, se han destacado trabajos relacionados con la eficiencia de mercado, es así como uno de los primeros en comprobar la aleatoriedad de mercados bursátiles en Latinoamérica fue Urrutia (1995), en su trabajo testea los mercados de Argentina, Chile y México para el periodo 1975 y 1991, mediante pruebas de Corridas (rachas) y razón de varianzas, llegando a la conclusión de que estos mercados no cumplen con el recorrido aleatorio.

Años más tarde, Harvey & Viscanta (1997), rechaza RW, para el índice de la Bolsa de Valores de Medellín de Colombia en el periodo 1987 a 1994, usando como criterio de decisión la correlación serial y la prueba de rachas. Los autores argumentan como posibles causas de la pobre eficiencia del mercado colombiano a tres factores: la existencia de solo cuatro grupos económicos que generan gran parte de la actividad económica del país; bajos niveles de capitalización y negociación, y por último al hecho de que son pocas las compañías que cotizaban en la bolsa.

Ojah & Karemera (1999), usando la razón de varianza y promedios móviles integrados, no rechazan la eficiencia en los mercados de Argentina, Brasil Chile y México, para el periodo 1987 a 1997.

Para el nuevo milenio, Delfiner (2002), comprueba la eficiencia relativa<sup>17</sup> de los mercados de Argentina vs Estados Unidos, en el periodo de 1993 a 1998. El autor usando la prueba del cociente de varianzas, el test R/S modificado, análisis de autocorrelación y prueba de rachas, detecta cierto nivel de dependencia de los retornos de Argentina. Adicionalmente, mediante filtros de Alexander plantea una estrategia de *trading*, arrojando como conclusión, que efectivamente en el caso de Argentina se pueden tener rentabilidades extras, pero que al incluir las comisiones, estas se pierden. Además se comprueba el paseo aleatorio y la memoria de largo plazo mediante el test de cociente de varianzas y test R/S modificado respectivamente, presentando resultados ambiguos principalmente para el mercado Argentino.

En su tesis, Valdivieso (2004), Analiza entre otros estudios, la eficiencia del mercado de México en el periodo 1994 a 1999, usando herramientas estadísticas como correlogramas, test Q de Box-Pierce, test Ljung-Box y test de rachas, encontrando rechazo a el recorrido aleatorio.

En el mismo año, Maya & Torres (2004) llevan a cabo un estudio similar al de Harvey & Viscanta (1997) para el mercado de Colombia, solo que para un periodo diferente (1999), encontrando aceptación del recorrido aleatorio en este mercado

Además, Guardia (2005), estudia el gobierno corporativo y la eficiencia de los mercados de Argentina, Brasil, Chile, México y Perú, dividiendo su análisis en diferentes sub-periodos desde el año 1990 al 2005. La conclusión es de aceptación del comportamiento aleatorio de los rendimientos, mediante el uso del test Q de Ljung y Box y autorregresión del orden 1.

Por otro lado, en la base ScienceDirect se encontraron dos trabajos de investigación de Tabak (2007) y Freitas, De Souza, & de Almeida (2009) que

---

<sup>17</sup> Consiste en testear los dos mercados con el fin de compararlos en aspectos tales como distribución empírica, independencia de los retornos, estrategias de Trading, entre otros.

evalúan el mercado de Brasil en cuanto a su eficiencia mediante raíces unitarias y modelos de predicción, respectivamente, revelando que este mercado no es eficiente en su forma débil para el periodo entre 1998 y 2007. Además los mercados de México y Estados Unidos son evaluados entre 1996 y 2000; mediante un algoritmo de complejidad física por Mansilla (2001) hallando aleatoriedad en los retornos de ambos mercados, lo cual es normal teniendo en cuenta la dependencia del mercado Mexicano con respecto al de Estados Unidos, tal como lo resalta Atteberry & Swanson (1997), para el periodo de 1985 hasta 1994 y Sarmiento, Duarte, & Mascareñas (2012) para el periodo de 2001 a 2010. Igualmente Hatgioannides & Mesomeris (2007) encuentran mediante el análisis técnico eficiencia en los mercados de Argentina, Brasil, Chile y México, mas no en Indonesia, Filipinas, Taiwán y Tailandia; después de tener en cuenta los costes de transacción para el periodo entre 1988 y 2002.

#### 2.5.3.7 *Otros estudios de ámbito mundial.*

En la literatura consultada también se encuentran estudios que incluyen al menos dos continentes, los cuales en buena parte se centran en contrastar la eficiencia de países desarrollados con países en vía de desarrollo, tomando como referente a Estados Unidos y Japón, para el occidente y oriente, respectivamente.

- Estudios a nivel mundial

Moreno & Olmeda (2007); Sánchez Granero, Trinidad Segovia, & García Pérez (2008); y Charles (2010) en sus estudios del 87 al 2007 verifican eficiencia de mercado a nivel mundial, tanto en países desarrollados como emergentes. No obstante en estudios posteriores como McKenzie (2001), Lee, Lee, & Lee (2010), Salm & Schuppli (2010); Bekiros (2010) y Doyle & Chen (2012a) no encuentran eficiencia en muestras de países a nivel mundial durante diferentes periodos desde el 90 hasta el 2009. Sin embargo, otros estudios hallan relación entre el nivel de eficiencia y de desarrollo de un mercado, concluyendo que los mercados desarrollados son menos predecibles y más eficientes que los emergentes [ Bastos & Caiado (2011) y Eom, Choi, Oh, & Jung (2008)]. Por último, Doyle

& Chen (2012b)<sup>18</sup>, en un estudio más detallado, analiza los mercados bursátiles de 76 países desde enero del 96 hasta junio de 2012, observando que sus series financieras presentan estructuras, y destacando que los índices de países como Alemania, Austria, Bélgica, España, Francia, Italia, Londres, Países Bajos, Polonia, Suiza, Taiwán, Australia e India no presentan patrones que conduzcan al rechazo<sup>19</sup> de la hipótesis de aleatoriedad.

- Estudios entre dos o más países.

Algunos estudios como los de Ratner & Leal (1999); Chang, Lima, & Tabak (2004); Lim K.-P. (2007) y Lim K.-P. (2007) toman a Estados Unidos y Japón como parámetros de eficiencia para ser comparados con mercados emergentes como Asia y Latinoamérica, revelando que las economías desarrolladas son más eficientes en el periodo comprendido entre 1982 y 2005, así como también lo observa Tse (1998) quien analiza a Japón y Estados Unidos de forma independiente, verificando eficiencia en ambos mercados. Por el contrario, Skjeltorp (2000); Dionisio, Menezes, & Mendes (2004); Kao & Wan (2009); Hassani, Xu, & Zhigljavsky (2011); Kılıç (2011) y Majumder (2012) concluyen que al comparar a Estados Unidos con Turquía, el BRIC y Europa, todos carecen de eficiencia en periodos entre el 90 y el 2011. Igualmente, la bolsa americana es estudiada junto con el mercado taiwanés (China) encontrando eficiencia desde 1971 a 1994 por Chen & Yeh (1997) y no eficiencia para diferentes periodos comprendidos entre 1971 hasta 2004 [Wu, Lin, & Lin (2006); Wang & Chan (2007) y Wang & Nguyen Thi (2007)].

Finalmente, los mercados del oriente y Latinoamérica son contrastados mediante modelos autorregresivos por Edwards & Susmel (2001), verificando fuerte dependencia especialmente entre los países del Mercosur; igualmente estas regiones son estudiadas por Kawakatsu & Morey (1999), quienes al evaluar la

---

<sup>18</sup> Este trabajo fue encontrado en la base de datos Science Direct, aunque está en proceso de su publicación en European Journal of Operational Research.

<sup>19</sup> Nótese que Estados Unidos no se encuentra entre los mercados identificados como eficientes.

premisa de que la eficiencia mejora ante una liberalización del mercado, encuentran que de hecho, los mercados<sup>20</sup> ya eran eficientes antes de la liberalización real, lo cual lleva a pensar que ante el solo anuncio de que un mercado va a iniciar un proceso de apertura económica, los inversores se anticipan a este hecho, llevando a que el mercado bursátil se haga más eficiente.

#### 2.5.3.8 *Estadísticas*

Al tabular los resultados de las investigaciones (Ver ANEXO I) analizadas anteriormente, se observa que:

- Los países más testeados en cuanto a su eficiencia del mercado son: Norteamérica (9,9%), Taiwán (4,6%), Corea del Sur (4,1%), Japón (3,9%), China (3,7%) y Hong Kong (3,0%). Por otro lado, los países menos testeados son los pertenecientes a África, seguidos de los países de Medio Oriente y algunos países de Europa Oriental<sup>21</sup>. Para el caso concreto de Latinoamérica, el país más estudiado es Brasil (2,5%), seguido de México (2,3%), Argentina (1,8%), Chile (1,8%), Colombia (1,1%) y en último lugar Perú (0,9%).
- La hipótesis de eficiencia de mercado es rechazada en el 60% de los resultados; no rechazada en un 35% y se evidencia mejora de la eficiencia en un 5%.
- Los países con mayor porcentaje de aceptación de eficiencia del mercado en orden descendente son: Francia, Japón, Alemania, Reino Unido, Corea del Sur, Taiwán (China), y por último Norteamérica.
- La mejora de la eficiencia es mayor en los países orientales, principalmente en Corea del Sur, la República Popular China y Tailandia.

---

<sup>20</sup> India, Corea, Tailandia, Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México y Venezuela

<sup>21</sup> En su mayoría son países de reciente (o en vía) vinculación a la unión europea.

## 2.6 Conclusiones

De la revisión de los antecedentes de investigación en los últimos 15 años sobre la hipótesis del mercado eficiente se encuentra que:

- La forma débil de eficiencia del mercado es la más comprobada empíricamente de acuerdo a las estadísticas del Gráfico 2.3, hallazgo que estaría en la misma dirección de lo planteado por Grossman & Stiglitz (1980), quienes al analizar el costo de la información en la formación de los precios, cuestionan la eficiencia fuerte mas no la débil y semifuerte. Igualmente en este gráfico se destaca que las pruebas de recorrido aleatorio son las más utilizadas para verificar la eficacia débil de mercado, en sus versiones de Random Walk 1, 2 y 3, principalmente mediante los test Ljung-Box; BDS y Rachas.
- La mayoría de los trabajos consultados (60%), niegan la existencia de la eficiencia del mercado, aunque se debe tener en cuenta que generalmente las investigaciones científicas son dirigidas a refutar una hipótesis con el fin de comprobar su validez, Badii & Guillen (2009). Por otra parte, al analizar el 35% de las investigaciones que no rechazan la hipótesis del mercado eficiente, se encuentra que los países desarrollados ocupan los primeros lugares, lo cual es de esperarse teniendo en cuenta que en estos mercados la información fluye de forma más rápida, a menor coste y además cuentan con un mayor número de participantes que mejoran su liquidez, es decir, son mercados en los cuales se cumplen mejor los supuestos de la hipótesis de eficiencia.
- El porcentaje de mercados bursátiles que presentan mejora de su eficiencia en los últimos quince años es relativamente pequeño (5%), lo cual puede deberse en parte a que no todos los autores dividen el periodo de estudio en subperiodos que contribuyan a evaluar la evolución de la eficiencia en el tiempo, sin embargo al indagar por los países que demuestran mejora de su eficiencia, se encuentra que los mercados Asiáticos a finales de los noventa, son los que se caracterizan por dicho comportamiento, motivado según los autores de las investigaciones, por las siguientes causas:



- Reformas en las economías buscando liberalización o menos restricciones al mercado, que llevan a una mayor liquidez y capitalización, conduciendo a una mejora de su eficiencia, incluso antes de la implementación de la respectiva reforma como es verificado por Kawakatsu & Morey (1999). Dos ejemplos se pueden citar: en primera instancia a China con las diferentes reformas graduales a las empresas estatales y la apertura de su mercado de acciones B a inversionistas nacionales, y en segundo lugar a Tailandia con la liberación de su mercado bursátil.
- Mayor velocidad en el flujo de la información, posibilitado por la Internet, como lo detectado por Lee, Park, Jo, Yang, & Moon (2009) en el mercado de Corea del Sur a partir de 1996.
- Introducción al mercado de nuevos productos financieros como las opciones y los futuros [ Mazouz & Bowe (2006) y Kasman & Kasman (2008)], derivados que según Salm & Schuppli (2010) ofrecen información anticipada a bajo coste de los precios spot, contribuyendo con la mejora de la eficiencia de los respectivos mercados.
- Periodos post-crisis económicas y bursátiles, que llevan a corregir asimetrías del mercado. Tal como lo sucedido en los países orientales después de la crisis asiática del 1997 [Lim, Brooks, & Kim (2008)].
- Se encuentran resultados contradictorios al experimentarse cambios de eficiencia en diferentes periodos para un mismo mercado (principalmente en países desarrollados), hallazgo que es explicado por Majumder (2012), quien argumenta que la eficiencia del mercado no es continua, sino que por el contrario, los mercados bursátiles presentan periodos de eficiencia y no eficiencia, es así que mercados generalmente aceptados como eficientes pueden presentar periodos de ineficiencia causados por la reacción irracional (optimista o pesimista) de los inversores, quienes en algunos casos motivados por “*movimientos del mercado*”, llevan a cabo estrategias de inversión erróneas de

manera colectiva (efecto manada), ocasionando la formación de asimetrías en los precios de los activos financieros.

- El mercado norteamericano es el más testeado debido a que generalmente es usado como parámetro para evaluar la eficiencia relativa de otros mercados. Sin embargo al consolidar a China continental con Hong Kong y Taiwán en la República Popular China, éste país se convierte en el más estudiado en los últimos quince años, lo que reflejaría el interés académico por dicho mercado dado su reciente crecimiento económico.

### **3. EL RECORRIDO ALEATORIO**

- 3.1 Introducción
- 3.2 Orígenes del recorrido aleatorio
- 3.3 Definición del recorrido aleatorio
- 3.4 Modelo del recorrido aleatorio
- 3.5 Tipos de recorrido aleatorio

### 3. EL RECORRIDO ALEATORIO

#### 3.1 Introducción

Teniendo en cuenta los resultados del estado del arte, el 59,1% de los artículos consultados utilizan el modelo del recorrido aleatorio como herramienta de comprobación empírica de la eficiencia débil de los mercados, lo cual justifica su uso en el presente trabajo para indagar sobre la eficiencia de los mercados bursátiles en Latinoamérica. A continuación se desarrolla el marco teórico de este modelo de acuerdo a los desarrollos presentados en el último siglo.

El capítulo se estructura en cinco partes, incluyendo la introducción: en la segunda sección se hace una revisión histórica sobre el origen del recorrido aleatorio, mientras que en la tercera parte se estudia su definición, finalmente en los ítems cuarto y quinto se presentan tanto el modelo matemático como los tipos de recorrido aleatorio respectivamente.

#### 3.2 Orígenes del recorrido aleatorio

Antes de definir el concepto de recorrido aleatorio es importante comprender el concepto de movimiento browniano, el cual deriva su nombre de las observaciones realizadas por parte de Brown (1828), quien describió los movimientos nerviosos que realizaban las partículas de polen al flotar en el agua o en otros líquidos, como desplazamientos *erráticos e impredecibles*, sin embargo existen al menos dos referencias anteriores a la de Brown: la primera está dada en el poema científico “*Sobre la Naturaleza de las cosas*” del romano Lucrecio (60 a.C.)<sup>22</sup>, quien incluye una notable descripción de un movimiento *irregular* de las partículas de polvo en el aire; en segundo lugar el trabajo de Jan Ingenhousz<sup>23</sup> en 1785, quien describió el movimiento *zigzagante* de las partículas de carbón pulverizadas en la superficie del alcohol.

---

<sup>22</sup> Citado por Durán (2001)

<sup>23</sup> Citado por Van der Pas (1971)

Años más tarde en 1880, Thorvald N. Thiele<sup>24</sup> describió por primera vez de forma matemática el movimiento browniano, la cual es complementada veinte años después por Bachelier (1900), quien en su tesis doctoral analiza el comportamiento *estocástico* de los precios bursátiles asociándolos matemáticamente con el movimiento browniano. Cinco años después, Einstein (1905) demuestra la existencia del átomo a partir de la teoría cinética molecular del calor, describiendo el comportamiento *errático* de los átomos, como un movimiento browniano generado por la colisión que se da entre los átomos del agua y cualquier partícula que flote en ella.

De las anteriores definiciones de movimiento browniano descrito como un comportamiento de partículas (o precios) erráticas, zigzagueantes, irregulares e impredecibles se llega a lo que se conoce como el recorrido aleatorio continuo, que se presenta cuando se disminuye la longitud del tiempo (a valores muy pequeños) en un recorrido aleatorio discreto, obteniéndose así un proceso estocástico en su trayectoria; es decir, el movimiento browniano es la versión continua del modelo del recorrido aleatorio discreto, hallazgo que se le debe a Wiener (1920).

En el campo de las finanzas, la fundamentación matemática de Bachelier (1900) sobre movimiento browniano, no fue explotada sino hasta 1965, cuando Samuelson (1965) redescubrió la importancia de este movimiento para describir el comportamiento de los precios de los activos financieros, modelándolo mediante una martingala<sup>25</sup>, la cual está definida como un proceso estocástico, que satisface la condición:

$$E[P_{t+1}|\Phi_t] = P_t \quad (3.1)$$

o, en términos de retornos

---

<sup>24</sup> Citado por Méndez Alcaráz (2007)

<sup>25</sup> Fama (1970) describe la condición de la sub-martingala en los mismos términos de las ecuaciones 3.1 y 3.2, pero usando la desigualdad “mayor que”.

$$E[P_{t+1} - P_t | \phi_t] = 0 \quad (3.2)$$

dónde  $\phi_t = P_t, P_{t-1}, \dots$  es la información disponible en el momento  $t$ .

En la ecuación 3.1 el precio esperado en el tiempo  $t + 1$  es igual al precio en el tiempo  $t$ , dada la información disponible en el tiempo  $t$ , es decir, un juego justo se da cuando la rentabilidad esperada en  $t + 1$  es igual a cero, condicionada a la información en el momento  $t$  (ecuación 3.2). En la práctica, esta condición implica que no es posible predecir los precios futuros a partir de los precios históricos.

A pesar de que el modelo de martingala aplica una restricción al rendimiento esperado, no tiene en cuenta el riesgo, por tal razón, generalmente se prefiere el modelamiento de los precios de las acciones mediante el recorrido aleatorio, el cual es un juego justo pero más exigente que la martingala, pues implica que los incrementos no solo no están correlacionados, sino que además funciones no lineales de los retornos tampoco están correlacionadas. Por tal motivo y teniendo en cuenta que el recorrido aleatorio es una de las metodologías más utilizadas para la comprobación empírica de la eficiencia de mercados, se estudia en detalle a continuación.

### 3.3 Definición del recorrido aleatorio

Uno de los primeros en describir el movimiento aleatorio, fue John Venn (1888), quien en su libro “La lógica de la Oportunidad” presenta una disertación sobre el concepto de “*random motion*”, usado por la comunidad científica de su época, asociado a un orden agregado e irregularidad individual (o aparente irregularidad). Sin embargo, no fue hasta que Pearson (1905) plantea el problema del recorrido aleatorio que se introduce este término en la literatura científica. A partir de entonces, este concepto se ha utilizado para describir movimientos de la naturaleza, del comportamiento humano, y más concretamente los mercados bursátiles, en los cuales no es posible predecir el precio futuro de un activo financiero a partir de sus precios históricos.

Uno de los primeros en relacionar el movimiento de los mercados con el recorrido aleatorio fue Fama (1965a), no obstante, fue Malkiel (1973) quien popularizó este concepto en su obra *A Random Walk Down Wall Street: The Time-tested Strategy for Successful Investing*, en donde jocosamente comparo la asertividad de un mono con los ojos vendados lanzando dardos a las páginas financieras de un periódico, con la habilidad de los expertos en inversión para seleccionar una cartera, asegurando que no habría diferencia alguna entre las rentabilidades de las dos carteras.

El recorrido aleatorio [RA] o Random Walk [RW], determina, que la formación de los precios de los instrumentos se genera de forma impredecible y que por tal motivo no es posible pronosticar sistemáticamente el precio futuro de los activos, imposibilitando la ganancia segura por parte de alguno de los participantes del mercado, partiendo del supuesto de que el mercado cuenta con muchos participantes que constantemente están valorando<sup>26</sup> de forma independiente la información nueva<sup>27</sup> y que a su modo de ver es relevante en la formación de los precios, lo cual genera el movimiento “instantáneo” y aleatorio de los mismos.

### **3.4 Modelo del recorrido aleatorio**

Matemáticamente el recorrido aleatorio se descompone en dos tipos, dependiendo de si pasa o no por el origen, conocidos como modelos con y sin variaciones.

*Modelo de RA sin variaciones:* se caracteriza por no presentar parámetro constante, lo que hace que el corte con las abscisas sea cero, modelo que es descrito por la ecuación 3.3:

---

<sup>26</sup> Ya sea mediante el análisis técnico y/o el análisis fundamental.

<sup>27</sup> Nótese que para que los inversores tomen posiciones se debe dar el hecho de que cada uno interprete la información nueva de acuerdo a criterios no estandarizados completamente, ya que si fuera así, todos los interesados valorarían de igual forma y no habría compra y venta de los instrumentos, pues todos tomarían la misma posición, lo que quiere decir que el precio final en que se cotiza el activo, es un promedio de estas pequeñas diferencias.

$$P_t = P_{t-1} + u_t \quad (3.3)$$

Donde  $u_t \sim \text{i.i.d. } N(0, \sigma^2)$  es el término del error de ruido blanco, y  $P_t$  y  $P_{t-1}$  son los precios del activo en el tiempo  $t$  y  $t - 1$ . La CA es un modelo autorregresivo de orden uno AR (1), definido por la regresión de  $P_t$  sobre su valor rezagado un periodo más un “choque” aleatorio  $u_t$ .

En cuanto a los dos primeros momentos de este modelo, si se parte de que en el momento cero el proceso de formación de los precios comienza con el valor  $P_0$ <sup>28</sup>, entonces,  $P_t = P_0 + u_t$  y se puede demostrar (Ver Apéndice I.1) que su media y varianza están dadas por:

$$E[P_t] = E[P_0 + u_t] = P_0 \quad (3.4)$$

$$\text{Var}[P_t] = t\sigma^2 \quad (3.5)$$

Como se puede ver en la ecuación 3.4, la esperanza del recorrido aleatorio es constante, en tanto que su varianza no lo es, ya que depende del tiempo, por tal motivo el modelo de recorrido aleatorio sin variaciones es no estacionario<sup>29</sup>, tal como lo define Paterson (2000), quien manifiesta que el recorrido aleatorio *recuerda* los choques ( $u_t$ ) de forma perenne, es decir tiene memoria infinita, o lo que es igual, un choque aleatorio determinado es persistente y no se desvanece en el tiempo tal como se puede observar en el Gráfico 3.1.a.

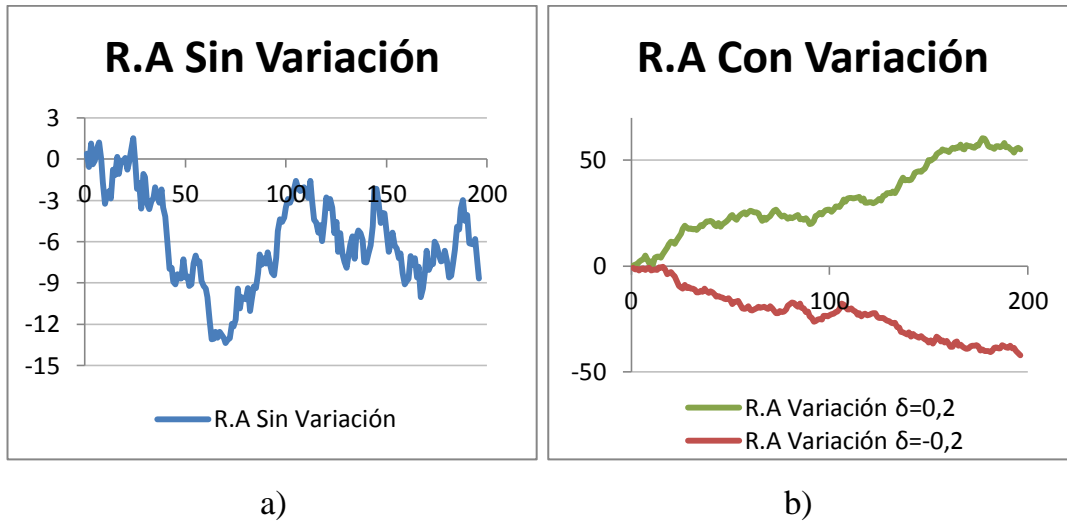
---

<sup>28</sup> En las series de retornos financieros, generalmente el valor de este parámetro inicial se asume como cero, entonces  $E[P_t] = P_0 = 0$

<sup>29</sup> La estacionariedad en su forma débil, se presenta cuando media, varianza y covarianza (o autocovarianza en los diferentes rezagos) permanecen constantes sin importar el momento en el cual se estimen.



Gráfico 3.1 Recorridos Aleatorios



Fuente: Elaboración Propia.

*Modelo de Recorrido Aleatorio con variaciones:* en este caso la serie no pasa por el origen, lo que conlleva a adicionar el término constante  $\delta$  a la ecuación 3.3, quedando así:

$$P_t = \delta + P_{t-1} + \mu_t \quad (3.6)$$

Si para el momento cero, el valor inicial es  $P_0$ , se puede demostrar (Ver Apéndice I.2) que la media y varianza de este modelo están definidas por las ecuaciones:

$$E[P_t] = E[\delta + P_0 + \mu_t] = P_0 + t * \delta \quad (3.7)$$

$$Var[P_t] = t\sigma^2 \quad (3.8)$$

En este caso a diferencia del anterior, la media también está en función del tiempo, lo que hace que el modelo de recorrido aleatorio con variación sea igualmente no estacionario. En el Gráfico 3.1.b se presentan dos caminatas aleatorias con parámetros de variación del 0,2 (Verde) y -0,2 (Rojo); lo que hace que los precios varíen con pendiente positiva o negativa, respectivamente.

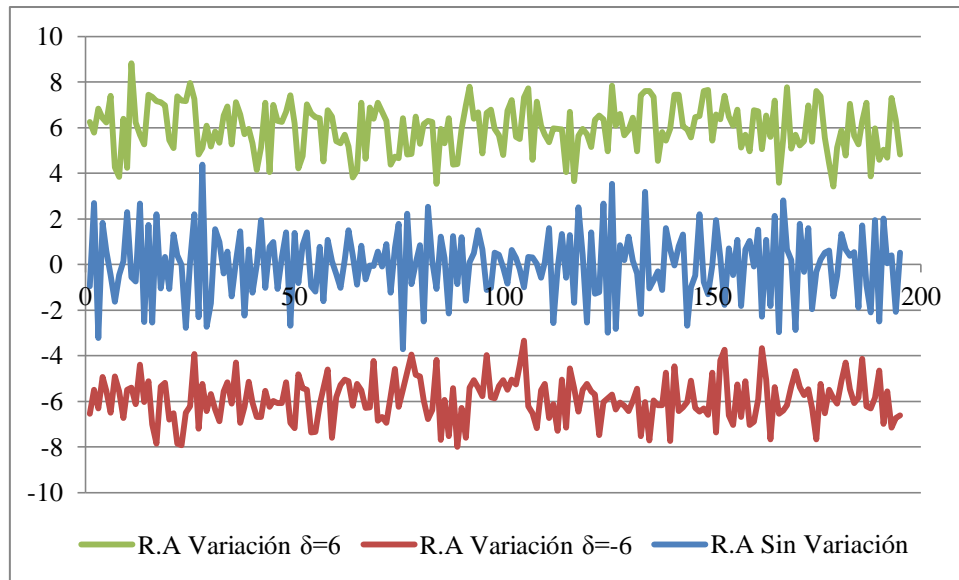
Nótese además que para el caso de los mercados bursátiles, la primera raíz del recorrido aleatorio, sería la rentabilidad y estaría dada por:

$$P_t - P_{t-1} = u_t \text{ o } R_t = u_t \quad (\text{Sin Variación}) \quad (3.9)$$

$$P_t - P_{t-1} = \delta + u_t \text{ o } R_t = \delta + u_t \quad (\text{Con Variación}) \quad (3.10)$$

Donde  $u_t$  tal como se dijo anteriormente, es un proceso de ruido blanco con media cero y varianza constante,  $\delta$  es el parámetro de variación y  $R_t$  es la rentabilidad del activo o primera raíz de los precios, que al contar con media y varianza constantes (Ver Gráfico 3.2), se convierte en estacionaria, característica que la hace adecuada para su análisis empírico en la comprobación del comportamiento aleatorio de los mercados bursátiles.

Gráfico 3.2 Raíz del recorrido aleatorio



Fuente: Elaboración Propia.

En el Gráfico 3.2, se presentan tres ejemplos de recorrido aleatorio, dos con variación de 6 y -6, y uno sin variación. El ejemplo de recorrido aleatorio con variación positiva, representaría un mercado cuya rentabilidad media estaría bastante por encima de cero (tendencia alcista) y viceversa para el caso de la variación negativa (tendencia bajista); mientras que el recorrido aleatorio sin variación representaría un mercado en el cual en promedio no se obtienen rentabilidades significativas. Nótese que al comparar los Gráfico 3.1.a y Gráfico

3.1.b, las tendencias de los precios son eliminadas mediante su primera diferencia.

### 3.5 Tipos de recorrido aleatorio

El recorrido aleatorio se estructura en tres versiones diferentes, Random Walk tipo 1, 2 y 3 (en adelante, RW1, RW2 y RW3).

Campbell, Lo, & Mackinley (1997), definen la versión de RW1, como la serie donde los incrementos de los precios (o retornos) son independiente e idénticamente distribuidos (i.i.d.), en donde el concepto de independencia significa que los incrementos y sus funciones no lineales, están no correlacionados.

RW2, a diferencia de la anterior solo exige que los incrementos sean independientes, mas no idénticamente distribuidos, es decir RW1 es un caso particular de RW2, es por ello que RW2 permite heterocedasticidad<sup>30</sup> en los errores, lo cual es útil cuando se analizan series de tiempo financieras que generalmente presentan comportamientos variables en el tiempo.

Por último RW3, permite incrementos con dependencia pero no correlacionados, en cuyo caso RW1 y RW2 son casos especiales de RW3. A continuación se resumen las tres versiones de recorrido aleatorio, especificando los test generalmente utilizados en la comprobación empírica, tal como se verificó en el capítulo anterior (Ver sección 2.5).

#### 3.5.1 RW1 ~ Exige i.i.d

- *Prueba de Corridas o Rachas de Wald & Wolfowitz (1940)*: Una buena definición de este test está dada por Mongay Fernández (2011), quien manifiesta que la prueba de rachas contrasta la aleatoriedad con que aparecen los valores de

---

<sup>30</sup> La heterocedasticidad es uno de los supuestos del modelo clásico de regresión lineal, Gujarati (2004), la define simbólicamente como  $E(\mu_i^2) = \sigma_i^2$ , es decir que las varianzas condicionales de las perturbaciones  $\mu_i$  no son constantes en el tiempo.

una variable, esto es, permite confirmar si una muestra se ha extraído de forma aleatoria. Una racha es una secuencia de observaciones similares, y la prueba solo tiene sentido cuando se quiere considerar el orden secuencial de aparición de un conjunto de datos.

- *Test BDS de Brock, Dechert, Scheinkman, & LeBaron (1996)*<sup>31</sup>: Contrasta la hipótesis nula de que los retornos sean independientes e idénticamente distribuidos, contra la hipótesis nula de que existe estructura lineal, no lineal o caótica.
- *Prueba de Secuencias y de Reversas de Cowles & Jones (1937)*: Consiste en verificar la igualdad en la frecuencia de aparición de las secuencias (retornos del mismo signo) y las reversas (retornos de signo contrario) en una serie de retornos, en la medida en que esta igualdad se dé, se prueba la hipótesis nula de que los incrementos de los precios son independientes e idénticamente distribuidos.

### **3.5.2 RW2~ Exige Incrementos de rendimientos Independientes, mas no ID**

- *Filtros de Alexander (1961)*: Este test se enfoca en contrastar si la gestión pasiva de comprar y mantener es mejor o no que aplicar gestión activa a la compra y venta de activos, mediante reglas de filtros.
- *Análisis Técnico*: Igual que el anterior, consiste en comparar la gestión pasiva con metodologías activas, que buscan identificar gráficamente tendencias que puedan servir de herramienta para tomar posiciones ventajosas en el mercado. Entre las identificadas en el estado del arte se pueden mencionar: técnicas de velas, media móvil, Trading Range Breakout, etc.

---

<sup>31</sup> El paper original del test BDS fue Brock, Decher, & Scheinkman, A test for independence based on the correlation dimension (1987)

### 3.5.3 *RW3~ Exige incrementos NO correlacionados.*

- *Test Q de Box & Pierce (1970)*: Evalúa la significancia *conjunta* de la autocorrelación en las series financieras, para diferentes rezagos.
- *Test de Ljung & Box (1978)*<sup>32</sup>: Es una versión mejorada del test Q, en el sentido de que es más potente para evaluar muestras pequeñas, siguiendo la misma ley de distribución asintótica.
- *Prueba de Bartlett (1946)*: A diferencia de las dos anteriores, este test evalúa la significancia de los rezagos de forma *individual*, es decir evalúa si un rezago es significativo o no, sin tener en cuenta si sus predecesores lo son.
- *Modelo ARIMA de Box, Jenkins, & Reinsel (1994)*: La metodología ARIMA busca identificar las autocorrelaciones más significativas, tanto de los retornos (AR) como de los errores (MA), de una serie financiera con el fin de formular un modelo de regresión lineal.
- *Test de cociente de Varianza de Lo & MacKinlay (1988)*: El estadístico se fundamenta en el hecho de que si una serie sigue un comportamiento aleatorio, el cociente entre la varianza de  $R_t$  y  $q$  veces la varianza de  $R_{t-q}$  debe tender a uno, en el evento en que este cociente sea diferente a uno, se verifica estructura en los datos.

### 3.5.4 *Otros test*

A pesar de que los siguientes comportamientos y test no comprueban el recorrido aleatorio y que en algunas ocasiones son confundidos<sup>33</sup> como test de recorrido aleatorio, tal como lo resalta Campbell, Lo, & Mackinley (1997) y Rahman &

---

<sup>32</sup> Algunos autores (incluso software como Eviews) también le dan el nombre de “Q” a este test, debe tenerse en cuenta que es una extensión del estadístico Q de Box-Pierce.

<sup>33</sup> Sin embargo, Gujarati (2004) asume en su texto como sinónimos (pág. 776) los términos No estacionariedad, Raíz Unitaria y Recorrido aleatorio.

Saadi (2008)<sup>34</sup>, se traen a colación teniendo en cuenta que permiten comprobar conceptos importantes de la eficiencia débil de los mercados bursátiles.

#### 3.5.4.1 *Pruebas de Raíz unitaria.*

El concepto de raíz unitaria parte del principio de que el coeficiente  $\rho$  en el modelo (3.11) es igual a uno, en cuyo caso se convierte en un modelo de recorrido aleatorio sin variaciones. Sin embargo, las pruebas de raíz unitaria no son tomadas como test de recorrido aleatorio dado que no están diseñadas para detectar previsibilidad en los retornos.

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + u_t \quad (3.11)$$

- *Dickey & Fuller (1979) - DF y ADF:* Prueban la hipótesis nula de que la serie tiene una raíz unitaria en contra la alternativa de que la serie es estacionaria. El test DF supone que los errores no están correlacionados mientras que el ADF permite esta posibilidad.
- *Phillips & Perron (1988):* Contrasta la misma hipótesis nula del test Dickey-Fuller Aumentado, pero a diferencia de este la hipótesis alternativa determina estacionalidad con tendencia de la serie y además usa métodos estadísticos no paramétricos para evitar la correlación serial en los términos del error.
- *Kwiatkowski, Phillips, Schmidt, & Shin (1992) - KPSS:* Busca probar la hipótesis nula de estacionariedad en la varianza de la serie, contra la alternativa de que la serie es integrada, es decir, tiene una perspectiva inversa a la de las pruebas anteriores en cuanto al tipo de hipótesis que buscan probar.

---

<sup>34</sup> En su trabajo, los autores referencian varios trabajos en los cuales se ha usado la prueba de raíz unitaria como prueba de recorrido aleatorio, entre los cuales se tiene Chaudhuri & Wu (1997) y Narayan & Smyth (2004), además en el estado del arte de este documento se encuentran varios trabajos que dan el mismo uso a los test de raíz unitaria (Ver sección 2.5)

### 3.5.4.2 Pruebas de dependencia de largo plazo.

Mientras que las pruebas de recorrido aleatorio y de raíz unitaria buscan determinar la dependencia de corto plazo, estas pruebas se centran en evaluar la dependencia de largo plazo de las series<sup>35</sup>

- *Coeficiente de Hurst (1951) y Detrended Fluctuation Analysis [DFA] de Peng, Havlin, Stanley, & Goldberger (1995).* Sus estadísticos se estiman a partir del análisis del rango re-escalado  $(R/S)^{36}$ , y busca determinar si la serie es persistente o anti-persistente. Es decir, para el caso del coeficiente de Hurst se analiza si las tendencias se mantienen (si  $H > 0,5$ ), se revierten ( $H < 0,5$ ) o si la serie es aleatoria ( $H = 0,5$ ), mientras que el análisis DFA es un método diseñado para reducir los efectos de la no estacionariedad y las tendencias en la estimación del coeficiente de Hurst, la idea intuitiva detrás de este método es cuantificar las fluctuaciones de una señal con respecto a una señal suavizada.
- *Test de Allan, Kartaschoff, Vanier, Vig, Winkler, & Yannoni (1988).* La desviación de Allan se utiliza para caracterizar la estabilidad de frecuencia de los osciladores, calculando las salidas de la frecuencia instantánea a partir de su valor nominal. Haciendo una analogía con series de tiempo financieras, si se tiene un activo con un precio nominal, la dinámica del mercado producirá la fluctuación de los precios en el tiempo, generando un precio instantáneo, por lo que se estudian esas variaciones a escalas de tiempo diferentes en el contexto matemático y conceptual de la desviación de Allan. Por lo tanto, la inestabilidad (varianza) del precio (o del retorno) de los activos se pueden cuantificar en escalas de tiempo diferentes.

---

<sup>35</sup> Este comportamiento ha sido inicialmente estudiado en las ciencias naturales tales como hidrología, meteorología y geofísica, pero debido a su relevancia, estas metodologías han sido acogidas a partir de la década de los 70 por las ciencias económicas.

<sup>36</sup> Estadístico definido por Hurst (1951) pero popularizado como herramienta estadística por Mandelbrot & Ness (1968), que consiste en elegir un número de escalas, calcular sus medias y la suma acumulada de la diferencia de cada dato con su valor medio para hallar el rango entre el máximo y el mínimo, al dividir el rango entre la desviación estándar  $(R/S)$ , se obtiene un valor equivalente a  $cN^H$ , donde  $c$  es normalmente 0,5 y  $N$  el tamaño de la subserie; por regresión logarítmica se obtiene el coeficiente de Hurst ( $H$ ).

- *Análisis de entropía y recurrencia de Eckman, Kampshort, & Ruelle (1987).* Detectan estructuras no lineales en las series de tiempo mediante la búsqueda de patrones en los datos. Además permiten diferenciar la variabilidad caótica de la estocástica o detectar cambios de estado en la evolución de un sistema. Comúnmente estos análisis se usan para determinar la presencia de caos en una serie de tiempo, permitiendo así la búsqueda de modelos no lineales de predicción.



## **4. METODOLOGÍA DEL TRABAJO EMPÍRICO**

- 4.1     Introducción
- 4.2     Selección de la muestra
- 4.3     Variable de comprobación
- 4.4     Espacio temporal
- 4.5     Métodos de comprobación de la EMH
  - 4.5.1   Random Walk Tipo 1
  - 4.5.2   Random Walk Tipo 2
  - 4.5.3   Random Walk Tipo 3
  - 4.5.4   Evaluación conjunta del recorrido aleatorio

## **4. METODOLOGÍA DEL TRABAJO EMPÍRICO**

### **4.1 Introducción**

Un vez estudiada la literatura y justificada la realización del presente estudio, se procede a definir la metodología para comprobar la Hipótesis del Mercado Eficiente en los principales países latinoamericanos.

En primera instancia se describen los criterios que se tienen en cuenta en la delimitación espacial de la tesis, definiendo los países objeto de estudio, sus índices bursátiles más representativos, las cinco empresas con mayor capitalización para cada mercado, así como también la variable objeto de estudio y el espacio temporal de la investigación.

Luego se describen las estadísticas y los test básicos del análisis exploratorio de los datos que buscan definir las series que se comportan como una distribución normal. Por último, se definen los procedimientos y test usados en la inferencia estadística para los tres tipos de recorrido aleatorio RW1, RW2 y RW3, mediante los cuales se indaga sobre la eficiencia de los mercados bajo estudio.

### **4.2 Selección de la muestra**

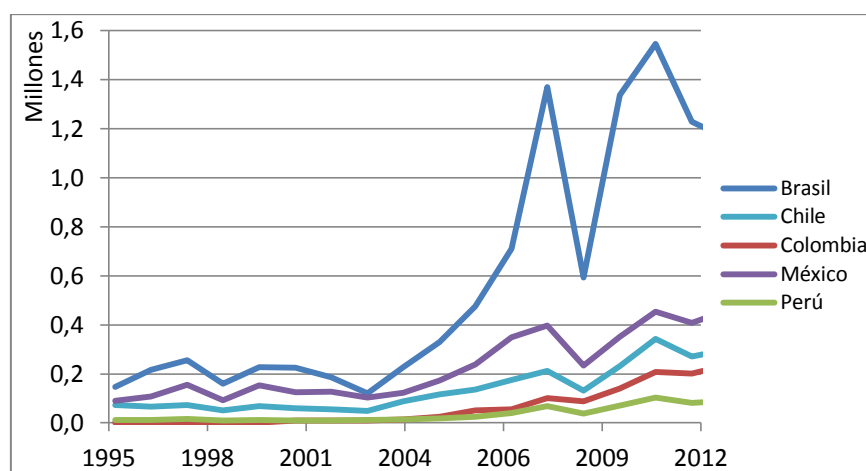
La selección de los países más representativos de Latinoamérica se fundamenta en dos criterios:

En primera instancia el estudio “*Perspectivas Económicas: América, Aprovechando el viento a favor*” del FMI (2010), caracteriza a Brasil, Chile, Colombia, México y Perú como, “países exportadores de materias primas con fuertes vínculos con los mercados financieros”, resaltando que son, “los países más vinculados con los mercados financieros mundiales, que tienen acceso a dichos mercados en condiciones relativamente favorables, con calificaciones crediticias de grado de inversión...”, destacando además que “suelen ser los países con los mercados internos de capital más desarrollados... aplican regímenes de metas específicas de inflación, tienen el mayor grado de

flexibilidad de tipo de cambio, y de manera más general, aplican políticas macroeconómicas basadas en reglas”.

En segundo lugar, estos cinco mercados son los que mayor dinamismo bursátil han presentado en la región durante los últimos años, tal como se puede ver en el Gráfico 4.1, donde se destaca el aumento de la capitalización bursátil de Brasil, Chile, Colombia, México y Perú a partir del año 2004.

Gráfico 4.1 Evolución de la capitalización bursátil para los países de la muestra.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos World Federation Of Exchange

Por otro lado, para cada uno de los países de la muestra, se toman sus principales índices bursátiles como son Ibovespa (Brasil), IPSA (Chile), IGBC (Colombia), IPC (México) y IGBVL (Perú), de cada uno se seleccionan las cinco empresas más representativas que cumplan con dos criterios: en primer lugar se seleccionan aquellas organizaciones que presenten el mayor peso en el cálculo del índice respectivo; y, en segundo lugar, se toman las compañías que hayan cotizado preferiblemente desde el año 2002, con el fin de contar con periodos lo suficientemente prolongados como para analizar su evolución en el tiempo.

El primer criterio seleccionaría en la Tabla 4.1, los cinco primeros activos financieros con mayor participación, sin embargo, el segundo criterio de selección de la muestra, filtra para Brasil las empresas OGXP3, BVMF3, para Chile la empresa CENCOSUD, y para Perú la empresa BVN, por no contar con precios antes de los años 2008, 2004 y 2008 respectivamente, mientras que para

el mercado de Colombia no se descartan las empresas Ecopetrol y PREC, a pesar de que iniciaron cotizaciones en el 2007 y 2009 respectivamente, teniendo en cuenta que estas dos compañías son las más representativas de la bolsa Colombiana con una participación conjunta del 37,5%.

En la Tabla 4.1 se resaltan en negrilla para cada país, las empresas que cumplen con los dos criterios, conformando así la unidad de verificación de la EMH en el presente trabajo.

Tabla 4.1 Marco Muestral del estudio

| Activo<br>(Nemotécnico)  | % Part<br>Individ. | % Part<br>Acum. | Activo<br>(Nemotécnico) | % Part<br>Individ. | % Part<br>Acum. |
|--------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------|--------------------|-----------------|
| <b>BRASIL</b>            |                    |                 | <b>CHILE</b>            |                    |                 |
| <i>Ibovespa (Índice)</i> |                    |                 | <i>IPSA (Índice)</i>    |                    |                 |
| 1. VALE5                 | 9,5%               |                 | 1. COPEC                | 9,1%               |                 |
| 2. PETR4                 | 8,2%               | 17,7%           | 2. LAN                  | 7,1%               | 16,2%           |
| 3. ITUB4                 | 5,3%               | 23,0%           | 3. ENDESA               | 6,5%               | 22,7%           |
| 4. BBDC4                 | 3,9%               | 26,9%           | CENCOSUD                | 6,2%               | 28,9%           |
| OGXP3                    | 3,9%               | 30,8%           | 4. SQMB                 | 6,2%               | 35,0%           |
| BVMF3                    | 3,4%               | 34,2%           | 5. BSAN                 | 6,1%               | 41,1%           |
| 5. VALE3                 | 3,1%               | 37,3%           |                         |                    |                 |
| <b>COLOMBIA</b>          |                    |                 | <b>MÉXICO</b>           |                    |                 |
| <i>IGBC (Índice)</i>     |                    |                 | <i>IPC (Índice)</i>     |                    |                 |
| 1. ECOPETROL             | 19,9%              |                 | 1. AMXL                 | 24,9%              |                 |
| 2. PREC                  | 17,6%              | 37,5%           | 2. WALMEXV              | 11,6%              | 36,5%           |
| 3. PFBCOLOM              | 10,3%              | 47,8%           | 3. FEMSAUBD             | 9,2%               | 45,6%           |
| 4. GRUPOSURA             | 7,4%               | 55,2%           | 4. GMEXICOB             | 6,9%               | 52,5%           |
| 5. CEMARGOS              | 5,0%               | 60,2%           | 5. TLEVISACPO           | 6,6%               | 59,2%           |
| <b>PERÚ</b>              |                    |                 |                         |                    |                 |
| <i>IGBVL (Índice)</i>    |                    |                 |                         |                    |                 |
| 1. VOLCABC1              | 11,0%              |                 |                         |                    |                 |
| 2. CVERDEC1              | 5,1%               | 16,1%           |                         |                    |                 |
| 3. MINSURI1              | 5,0%               | 21,1%           |                         |                    |                 |
| 4. FERREYC1              | 4,8%               | 25,9%           |                         |                    |                 |
| BVN                      | 4,4%               | 30,3%           |                         |                    |                 |
| 5. CASAGRC1              | 4,1%               | 34,3%           |                         |                    |                 |

Fuente: Elaboración propia a partir de publicaciones de los 6 mercados bursátiles.

Además de estudiar los mercados latinoamericanos descritos anteriormente, también se analiza para el mismo periodo, el índice Standard & Poor's 500

(S&P500) de los Estados Unidos como parámetro de comprobación de la *eficiencia relativa* de los mercados. Es así como en la Tabla 4.1 se destaca que en los mercados de Brasil, Perú y Chile, las cinco primeras empresas que representan aproximadamente el 30% de la participación del índice, mientras que para México y Colombia representan el 50%, ponderaciones que al ser comparadas con las del índice S&P500, donde las primeras diez empresas representan el 20.1%<sup>37</sup> del mercado, reflejando una alta concentración de los mercados Latinoamericanos en relativamente pocas organizaciones.

Por otro lado, autores como French (1980) y otros, en sus trabajos dividen el periodo total de estudio en subperiodos iguales, con el fin de analizar la evolución del mercado en el tiempo, sin embargo, el presente trabajo toma divisiones del periodo total de estudio de acuerdo a la tendencia del mercado, ya sea al alza o a la baja, como lo hace Fernández, Sosvilla, & García (1999) y Chang, Lima, & Tabak (2004), con el objeto de evaluar el comportamiento aleatorio de los activos en dichos subperiodos, sin perder de vista la evolución del mercado en el tiempo. El proceso usado para definir las tendencias de cada activo se inicia con una identificación gráfica de los cambios de pendiente en las diferentes series, para posteriormente estimar los puntos máximos o mínimos locales que delimitan cada subperiodo, finalmente el cambio estructural se verifica en estos puntos mediante la prueba “breakpoint” de Chow (1960), la cual analiza la estabilidad de la regresión<sup>38</sup> antes y después de estos, bajo la hipótesis nula de que no existe un punto de quiebra estructural en la serie. En el ANEXO III se definen los respectivos subperiodos para cada mercado.

---

<sup>37</sup> Cifra para noviembre de 2012. Disponible en: <http://www.standardandpoors.com/indices/sp-500/en/us/?indexId=spusa-500-usdof--p-us-l->

<sup>38</sup> Se toma como modelo proxy la regresión respecto a la media. Las estimaciones del test Chow se hacen con el software econométrico Eviews 6

### 4.3 Variable de comprobación

Campbell, Lo, & Mackinley (1997), resaltan al menos dos razones por las cuales se debe preferir los *retornos* como variable de estudio, sobre de los precios de los activos; en primer lugar para el inversor promedio, el retorno es un resumen completo de la oportunidad de inversión que está libre de escala (no dimensional); en segundo lugar los retornos tienen propiedades estadísticas más atractivas que los precios. Por tal motivo se toma como variable de estudio los rendimientos compuestos continuamente definido por la ecuación (4.12)

$$R_t = Ln \left[ \frac{P_t}{P_{t-1}} \right] \quad (4.12)$$

Donde,  $P_t$  y  $P_{t-1}$ , son los precios del activo financiero de hoy y del día inmediatamente anterior respectivamente.

Se prefiere la rentabilidad compuesta continuamente mediante el logaritmo natural, sobre la discreta, por sus ventajas estadísticas para el modelamiento [Tsay (2005)].

Una vez definida la variable de estudio se procede a indagar preliminarmente sobre la distribución de las series financieras mediante estadísticos básicos como: media, mediana, valor máximo y mínimo, coeficiente de asimetría y curtosis. Además, mediante el test Jarque-Bera y la prueba de bondad de ajuste<sup>39</sup> Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ), se infiere sobre el grado de aproximación de los datos empíricos a distribuciones teóricas. Los estadísticos de estas dos pruebas están dados en las ecuaciones (4.13) y (4.14) respectivamente.

$$JB = \frac{n}{6} \left[ S^2 + \frac{1}{4} (K - 3)^2 \right] \quad (4.13)$$

---

<sup>39</sup> Para su estimación se usa el software Palisade-@Risk versión 5.5, el cual cuenta con 22 distribuciones teóricas de comparación.

Donde  $n$  es el número de datos de la serie, mientras que  $S$  y  $K$  son el sesgo y la curtosis respectivamente.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (4.14)$$

Donde  $k$  es el número de intervalos,  $O_i$  número de observaciones en el intervalo  $i$ ;  $E_i$  número esperado de observaciones en el intervalo  $i$  [ver Montgomery & Runger (2003)].

#### **4.4 Espacio temporal**

El periodo de tiempo para el cual se analizan los datos inicia el 1 enero del 2002 hasta el 31 de agosto de 2012 para la mayoría de los activos analizados, con excepción de Ecopetrol y Pacific Rubiales de Colombia, que como se mencionó anteriormente cotizan desde los años 2007 y 2009, motivado por su alta participación en dicho mercado. Se ha tomado este periodo de tiempo desde el año 2002, teniendo en cuenta que cubre al menos 10.6 años de precios históricos, durante los cuales se han presentado varios periodos al alza y a la baja en los mercados objeto de estudio.

#### **4.5 Métodos de comprobación de la EMH**

Fama (1970), reconoce que la definición de mercado eficiente es tan general que no es comprobable empíricamente, pero que sin embargo modelos como el Recorrido Aleatorio y la Martingala juegan un importante papel en la literatura<sup>40</sup> empírica para su contrastación, es por ello que el presente trabajo se enfoca en la comprobación de la hipótesis del mercado eficiente a partir del contraste de los tres tipos de recorrido aleatorio como son: Random Walk 1, Random Walk 2 y Random Walk 3 (en adelante RW1, RW2 y RW3).

---

<sup>40</sup> Ver Delfiner (2002) entre otros.

#### 4.5.1 *Random Walk Tipo 1*

El recorrido aleatorio tipo 1, busca verificar la hipótesis nula de que los retornos de los activos se comportan de forma independiente e idénticamente distribuidos. Los estadísticos usados en el presente trabajo para comprobar este comportamiento son los test no paramétricos<sup>41</sup> de Wald & Wolfowitz (1940) o prueba de rachas<sup>42</sup>, y el test BDS de Brock, Dechert, Scheinkman, & LeBaron (1996), se usan estos dos estadísticos teniendo en cuenta que el primero es relativamente efectivo para detectar no aleatoriedad y el segundo para verificar aleatoriedad.

##### 4.5.1.1 *Test de rachas*

Este test analiza el número total de rachas  $R$  que se presentan en una serie financiera, con el fin de contrastar si existen cantidades muy pequeñas o muy grandes de  $R$ , lo cual reflejaría no aleatoriedad en los datos. El proceso para la estimación del test consiste en determinar el número de rachas mayores y menores al retorno medio<sup>43</sup> del activo financiero, cuya suma genera el número total de rachas  $R$ , variable que se comporta asintóticamente como una distribución normal, que al ser estandarizada genera el estadístico  $Z_{Est.}$  descrito por la ecuación (4.15).

$$Z_{Est.} = \frac{R - \hat{\mu}}{\hat{\sigma}}, \text{ con } \hat{\mu} = \left[ \frac{2 * n_1 * n_2}{n_1 + n_2} \right] + 1, \text{ y } \sigma = \sqrt{\frac{(2 * n_1 * n_2 * (2 * n_1 * n_2 - n_1 - n_2))}{((n_1 + n_2)^2 * (n_1 + n_2 - 1))}} \quad (4.15)$$

Dónde  $n_1$  y  $n_2$  son el número de retornos mayores y menores a la media respectivamente. Se rechaza la hipótesis de retornos i.i.d, si el p-valor es inferior a un nivel de confianza generalmente aceptado del 5% ó 10%. Con el fin de

---

<sup>41</sup> Se prefieren test no paramétricos, teniendo en cuenta los resultados de las estadísticas básicas y la prueba de bondad de ajuste  $\chi^2$ , donde se detecta que los retornos no siguen fielmente una distribución normal.

<sup>42</sup> Se denomina racha a una sucesión de retornos de igual signo.

<sup>43</sup> Se toma el retorno medio, teniendo en cuenta que la mayoría de los activos bajo estudio presentan rendimientos diferentes de cero.



ilustrar la metodología, en el 0 se muestran las estimaciones del test de rachas para los seis índices objeto de estudio.

#### 4.5.1.2 Test BDS

La prueba BDS desarrollado por Brock, Decher, & Scheinkman (1987), e implementada en Brock, Dechert, Scheinkman, & LeBaron (1996), se caracteriza por ser un test con buena potencia<sup>44</sup> para detectar todo tipo de estructura lineal y no lineal. El proceso de estimación inicia cuando de la serie financiera, se extraen al azar sub-conjuntos de  $m$  –historias de retornos  $R$ , tal que  $R_t^m \equiv \{R_t, R_{t-\tau}, R_{t-2\tau}, \dots, R_{t-(m-1)\tau}\}$ , donde  $m$  es la dimensión de inmersión y  $\tau$  el tiempo de desfase de los datos que por literatura generalmente se toma 1<sup>45</sup>. Posteriormente, se toman de a dos  $m$  -historias para determinar su *proximidad*<sup>46</sup>, condición que se cumple si la máxima diferencia (en valor absoluto) entre sus miembros es inferior a un épsilon<sup>47</sup> ( $\varepsilon$ ) determinado, llevándose el registro de las veces que se cumple la *proximidad* mediante la función  $H_\varepsilon$ , definida por la ecuación (4.16).

$$H_\varepsilon(r_i^m, r_j^m) = \begin{cases} 1 & \text{Si } |r_i - r_j| \leq \varepsilon \\ 0 & \text{en caso contrario} \end{cases} \quad (4.16)$$

La hipótesis formal del test está determinada por la función de la probabilidad de proximidad entre las  $m$ -historias, tal como se expresa en la ecuación (4.17)

$$H_0 : P_m = P_1^m \text{ ó } H_0 \text{ ó } R \sim \text{función i.i.d} \quad (4.17)$$

$$H_1 : P_m \neq P_1^m \text{ ó } H_1 \text{ ó } R \text{ no es una función i.i.d}$$

---

<sup>44</sup> Análisis de la potencia del test BDS han sido realizados por Barnett, Gallant, Hinich, Jungeilges, Kaplan, & Jensen (1997), Hsieh (1991), Campbell, Lo, & Mackinley (1997), Brock, Dechert, Scheinkman, & LeBaron (1996), Liu, Granger, & Heller (1992), Dechert (1988).

<sup>45</sup> En el presente estudio  $\tau$  es de un día, teniendo en cuenta el espacio temporal de los precios.

<sup>46</sup> Nótese que la proximidad viene determinada por el parámetro  $\varepsilon$ , mas no por lo cerca que se encuentren las  $m$  –historias en la serie general.

<sup>47</sup> El parámetro épsilon debe cumplir con  $0 < \varepsilon < \text{Max}(R) - \text{Min}(R)$ .

Es decir, la hipótesis busca evaluar si la probabilidad de proximidad de una muestra de dimensión  $m$  es igual a la probabilidad de dimensión 1 elevada a la  $m$ . El estadístico BDS mediante el cual se evalúa dicha probabilidad está definido por la ecuación (4.18):

$$W_{m,n}(\varepsilon) = \sqrt{n - m + 1} \frac{C_{m,n}(\varepsilon) - C_{1,n-m+1}(\varepsilon)^m}{\sigma_{m,n-m+1}(\varepsilon)} \quad (4.18)$$

Asintóticamente el estadístico  $W_{m,n}$  se comporta como una distribución normal con media cero y desviación típica 1, de tal forma que se rechaza la hipótesis nula (4.17)

si el p-valor del estadístico es inferior al nivel de confianza determinado. En el ANEXO VI, se definen los parámetros del estadístico  $W_{m,n}$ .

#### 4.5.2 *Random Walk Tipo 2*

Este tipo de aleatoriedad, a diferencia de la anterior, exige independencia entre los retornos del activo, mas no que ellos sean idénticamente distribuidos. Para comprobar RW2 generalmente se acude a metodologías como el análisis técnico y los filtros de Alexander. En el presente trabajo se usa la segunda técnica que se describe a continuación.

##### 4.5.2.1 *Filtros de Alexander.*

Aunque es una técnica que no aplica rigurosa inferencia estadística, tiene aceptación porque genera una dinámica en donde es interesante comparar los resultados de gestión activa y pasiva en series financieras. La gestión activa mediante filtros de Alexander (1961), consiste en invertir y desinvertir durante un determinado periodo de tiempo con base en la regla de comprar el activo cuando su precio se incrementa  $x\%$  y venderlo cuando su precio cae  $x\%$ , mientras que la gestión pasiva radica en comprar el activo al inicio del periodo de estudio y venderlo al final del mismo, lo que se conoce como “*Comprar y Mantener*” ó “*Buy And Hold*” (en adelante C&M).

Para el presente trabajo no se utiliza un número discreto de filtros como en Fama & Blume (1965), sino que se centra en determinar los filtros para los cuales el beneficio se maximiza haciendo uso de algoritmos genéticos<sup>48</sup>, para tres escenarios diferentes, como son:

- *Filtros sin costes de transacción.* Este escenario de negociación realmente es el ideal, más no real, ya que toda operación de compra y venta de activos tiene adosado un coste mínimo por conceptos como intermediación, administración e impuestos, sin embargo, se tiene en cuenta en la presente investigación porque aporta elementos de análisis al estudio y además es uno de los supuestos iniciales de la eficiencia del mercado presentados por Fama (1970).
- *Filtros con comisión usando plataformas por internet.* Esta opción de negociación tiene en cuenta costes e impuestos por transacción que son inferiores a los de un intermediario, pero que sin embargo requiere de tiempo por parte del inversionista para realizar las operaciones vía internet, es decir esta opción no tiene en cuenta los costes de gestionar diariamente el filtro a través de la red. Los costes por operación mediante plataforma para el periodo de estudio, se tomaron de forma descendente, teniendo en cuenta que durante los últimos 11 años los costes de intermediación bursátil han venido decreciendo en Latinoamérica, tal como se presenta en la Tabla 4.2.
- *Filtros con comisión mediante un intermediario.* Este escenario asume que el inversionista delega en una compañía administradora de portafolios, la gestión del filtro de uno activo determinado, por lo cual su coste es mayor al de la gestión activa mediante plataforma, tal como se distingue en la Tabla 4.2.

---

<sup>48</sup> La herramienta informática usada para la aplicación del algoritmo genético es *Palisade Decision Tools*.

Tabla 4.2 Comisiones en la compra y venta de activos financieros

| Periodo   | Comisión con Plataforma | Comisión con Intermediario |
|-----------|-------------------------|----------------------------|
| 2002-2005 | 0,75%                   | 1,00%                      |
| 2006-2009 | 0,50%                   | 0,75 %                     |
| 2010-2012 | 0,25%                   | 0,50%                      |

Fuente: Datos estimados por Intermediario Financiero de INTERBOLSA-Colombia y costes publicados en Plataformas de Internet<sup>49</sup>.

La verificación del recorrido aleatorio tipo dos mediante filtros de Alexander se fundamenta en el hecho de que si los precios son independientes, la gestión mediante esta técnica no produce beneficios superiores a los de “comprar y mantener”, por lo tanto la metodología mediante algoritmos genéticos<sup>50</sup> se centra en generar 15.000 simulaciones aleatorias de filtros entre 0 y 10%<sup>51</sup>, con el fin de obtener el máximo y mínimo beneficio para cada uno de los tres escenarios, determinando si alguno de ellos es mayor o no a la estrategia de “comprar y mantener”.

El beneficio está dado por la diferencia entre el dinero<sup>52</sup> en el inicio del periodo (o subperiodo) y en el final de éste después de gestionar el activo mediante filtros de Alexander, planteado en la ecuación (4.19)

$$\text{Beneficio} = \text{Dinero al Final del periodo} - \text{Inversión Inicial} \quad (4.19)$$

<sup>49</sup> Plataforma Correval: <https://www.correval.com>

<sup>50</sup> La mecánica para maximizar la función de beneficio mediante filtros de Alexander usando algoritmos genéticos, consiste en generar inicialmente varios filtros aleatoriamente (50 filtros en el presente estudio) para después tomar solo la mitad de los máximos estimados, los cuales se duplican tomando valores aleatorios cercanos a esta primera mitad con el fin de encontrar nuevamente otros Máximos, se sigue este proceso de forma sucesiva hasta completar las iteraciones requeridas por el usuario (15 mil en el presente trabajo).

<sup>51</sup> Se toma un filtro máximo del 10 %, ya que al hacer estimaciones preliminares se detecta que a medida que el filtro se acerca a 10%, los beneficios de las estrategias activas tienden a ser iguales a la pasiva de C&M, además de acuerdo a los hallazgos de Fama y otros, los filtros con mejores beneficios no llegan al 10%.

<sup>52</sup> Para todos los activos se asume que al inicio de la gestión tanto activa como pasiva, se cuenta con 1'000.000 de unidades monetarias del respectivo país.

### 4.5.3 *Random Walk Tipo 3*

El recorrido aleatorio tipo 3, busca probar la presencia de autocorrelación significativa en las series de tiempo mediante diferentes test, entre los cuales se cuenta con las pruebas de Bartlett (1946) y de Ljung & Box (1978), como los más usados.

#### 4.5.3.1 *Test de Ljung Box*

El test de Ljung & Box (1978) es una variante del estadístico Q de Box & Pierce (1970) que incrementa la potencia para muestras finitas Tsay (2005), y busca comprobar la hipótesis conjunta de que todos los coeficientes de autocorrelación  $\rho_l$  de una serie, son simultáneamente cero, es decir:

$$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \rho_k \dots = \rho_l = 0 \quad (4.20)$$

$H_a$  : Al menos un  $\rho_k$  es diferente de cero

El estadístico  $LB$  definido por la ecuación (4.21), tiende a una distribución Chi cuadrado con  $l$  grados de libertad.

$$LB = n(n + 2) \sum_{k=1}^l \left[ \frac{\rho_k}{n-k} \right] \sim X_{l,g.l.}^2 \quad (4.21)$$

Donde  $n$  es el tamaño de la muestra y  $l$  la longitud del retardo. Se rechaza la hipótesis nula si el estadístico  $LB > X_{m.g.l.}^2$ , o si su p-valor es inferior al nivel de significación dado. Con el fin de ilustrar la metodología, en el ANEXO VII se encuentra la estimación del test  $LB$  para los cinco índices Latinoamericanos.

#### 4.5.3.2 *Prueba de Bartlett.*

Debe tenerse en cuenta que el test  $LB$ , prueba la hipótesis conjunta de que todas las autocorrelaciones son significativamente iguales a cero, sin embargo es importante analizar la hipótesis individual de que “alguna(s)” de las autocorrelaciones son diferentes de cero, para ello se acude a lo demostrado por Bartlett (1946), en el sentido de que si una serie de tiempo es puramente aleatoria

(ruido blanco), los coeficientes de auto-correlación asintóticamente se comportan como una distribución normal con media cero y varianza  $1/n$ , en cuyo caso el intervalo de confianza al 95% para cada auto-correlación estimada  $\hat{\rho}_k$  es  $[0 \pm 1.96(\sqrt{\sigma^2})]$  Box, Jenkins, & Reinsel (1994). El intervalo de confianza definido como probabilidad está dado por la ecuación (4.22).

$$Prob\left(-1.96 * \sqrt{\frac{1}{n}} \leq 0 \leq 1.96 * \sqrt{\frac{1}{n}}\right) = 95\% \quad (4.22)$$

Si el intervalo de confianza no incluye el valor  $\hat{\rho}_k$ , se rechaza la hipótesis nula de que el verdadero valor  $\rho_k$  es cero, y viceversa.

#### **4.5.4 Evaluación conjunta del recorrido aleatorio**

Con el fin de obtener una evaluación total de la aleatoriedad para cada uno de los activos y sus respectivos subperiodos, se acude a consolidar en una tabla los resultados de las cinco pruebas analizadas, asignando el valor de uno (1) si el test cumple con el criterio de aleatoriedad, cero (0) en el caso contrario o cero coma cinco (0,5) en resultados no concluyentes<sup>53</sup>, lo que permite evaluar la consistencia de la aleatoriedad en el tiempo, en una escala de cero (todas las pruebas rechazan la aleatoriedad) a cinco (todas las pruebas aceptan aleatoriedad). En general, una serie se considera aleatoria, si su evaluación conjunta es igual o mayor a tres.

---

<sup>53</sup> Se asigna una evaluación de 0,5 cuando: el test de rachas, presenta un P\_valor entre 5 y 25%; el test BDS, presenta un P\_valor entre 5 y 10% en una sola dimensión y cuando en el test de Bartlett, se presenta solo una autocorrelación significativa después del quinto retardo.

## **5. COMPROBACIÓN EMPÍRICA DE LA EFICIENCIA DEL MERCADO**

- 5.1. Introducción**
- 5.2. Estadísticos Básicos**
- 5.3. Pruebas Empíricas**
- 5.4. Conclusiones**

## 5. COMPROBACIÓN EMPÍRICA DE LA EFICIENCIA DEL MERCADO

### 5.1. Introducción

Antes de realizar la inferencia estadística sobre el comportamiento aleatorio de los mercados latinoamericanos, se presenta a continuación un análisis preliminar de las series con el objetivo de caracterizar sus distribuciones empíricas a través de los cuatro primeros momentos, el estadístico Jarque Bera y la prueba de bondad de ajuste Chi-cuadrado. El orden en que se estudian los diferentes mercados se inicia con el S&P500 porque es el mercado de contrastación relativa, luego se analizan los cinco países Latinoamericanos, de mayor a menor volumen de capitalización bursátil, según informe de la World Federation of Exchanges (WFE) presentado en la Tabla 5.1

Tabla 5.1 Capitalización de los mercados Latinoamericanos

| País            | Capitalización* |
|-----------------|-----------------|
| <b>Brasil</b>   | 1.159.248,5     |
| <b>México</b>   | 459.913,4       |
| <b>Chile</b>    | 299.037,5       |
| <b>Colombia</b> | 235.942,3       |
| <b>Perú</b>     | 89.419,5        |

Fuente: World Federation of Exchanges (WFE). \* Millones de Dólares, agosto del 2012.

### 5.2. Estadísticos básicos

#### 5.2.1. *Estados Unidos*

Tabla 5.2 Estadísticos básicos y Test Jarque Bera de EEUU

| Activo | Media  | P <sub>valor</sub><br>media | Mediana | Máx. | Mín.   | Dev.<br>Est. | S     | C    | P <sub>JB</sub> | N    | Fecha<br>Inicial | Fecha<br>Final |
|--------|--------|-----------------------------|---------|------|--------|--------------|-------|------|-----------------|------|------------------|----------------|
| S&P500 | 0,0001 | 77,9%                       | 0,0007  | 0,11 | -0,095 | 0,014        | -0,19 | 11,4 | 0%              | 2687 | 02/01/02         | 31/08/12       |

Fuente: Elaboración propia. S sesgo, C curtosis

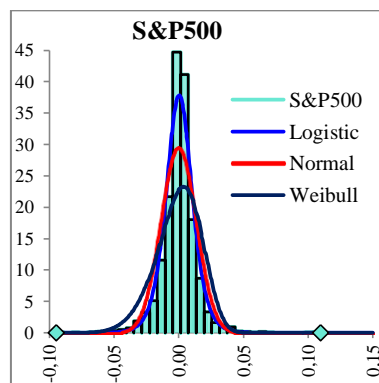
Tomando el S&P500 como mercado de contrastación relativa, vemos que este activo presenta una media mayor que cero no significativa e inferior a la mediana. En cuanto al sesgo se encuentra que es estadísticamente significativo ( $P_{Valor} = 0,01\%$ ) y menor a cero reflejando que la masa de retornos están por



encima de la media, es decir, la distribución presenta una mayor concentración de rentabilidades positivas. Por otro lado, la curtosis es significativamente mayor a tres ( $p\text{-valor}=0\%$ ), reflejando leptocurtosis en la distribución. A partir del sesgo y la curtosis, se evalúa la distribución de los datos mediante el estadístico Jarque-Bera, verificándose que el índice S&P500 no se comporta como una distribución normal; por tal motivo se realiza la prueba de bondad de ajuste usando el estadístico Chi-Cuadrado ( $\chi^2$ ).

Los resultados de la prueba de bondad de ajuste  $\chi^2$ , tanto para el índice S&P500 como para los mercados latinoamericanos, son presentados mediante un histograma de los datos empíricos (color verde), sobre el cual se registra el ranking de los tres mejores ajustes así: azul, para el primer mejor ajuste; rojo, para el segundo y negro para el tercero. Además los valores máximo y mínimo de los datos empíricos, se representan con un rombo en el eje de las abscisas, tal como se puede ver en el siguiente grafico para el índice de los Estados Unidos.

Gráfico 5.1 Test de Bondad de Ajuste mediante Chi-Cuadrado EEUU



Fuente: Elaboración propia.

A partir del grafico Gráfico 5.1, se deduce que la distribución Logistic (azul) es la que mejor describe la serie del S&P500, teniendo en cuenta que su curtosis teórica de 4, es la que más se aproxima a la leptocurtosis de 11.4 del índice, mientras que las distribuciones Normal y Weibull ocupan el segundo y tercer lugar respectivamente. En el grafico también se puede apreciar la concentración de los retornos al lado derecho del histograma, reflejando el sesgo negativo de la distribución empírica.

De acuerdo a los resultados de los datos empíricos y la prueba de bondad de ajuste, se verifica que la serie de retornos del índice S&P500 presenta: leptocurtosis, sesgo negativo, media diferente a su mediana y valores extremos superiores a  $\pm 6\sigma$ , características que hacen que la distribución Logistic sea la que mejor describe al índice, dejando en segundo lugar de ajuste a la a la distribución normal.

### 5.2.2. *Brasil*

Tabla 5.3 Estadísticos básicos y Test Jarque Bera de Brasil

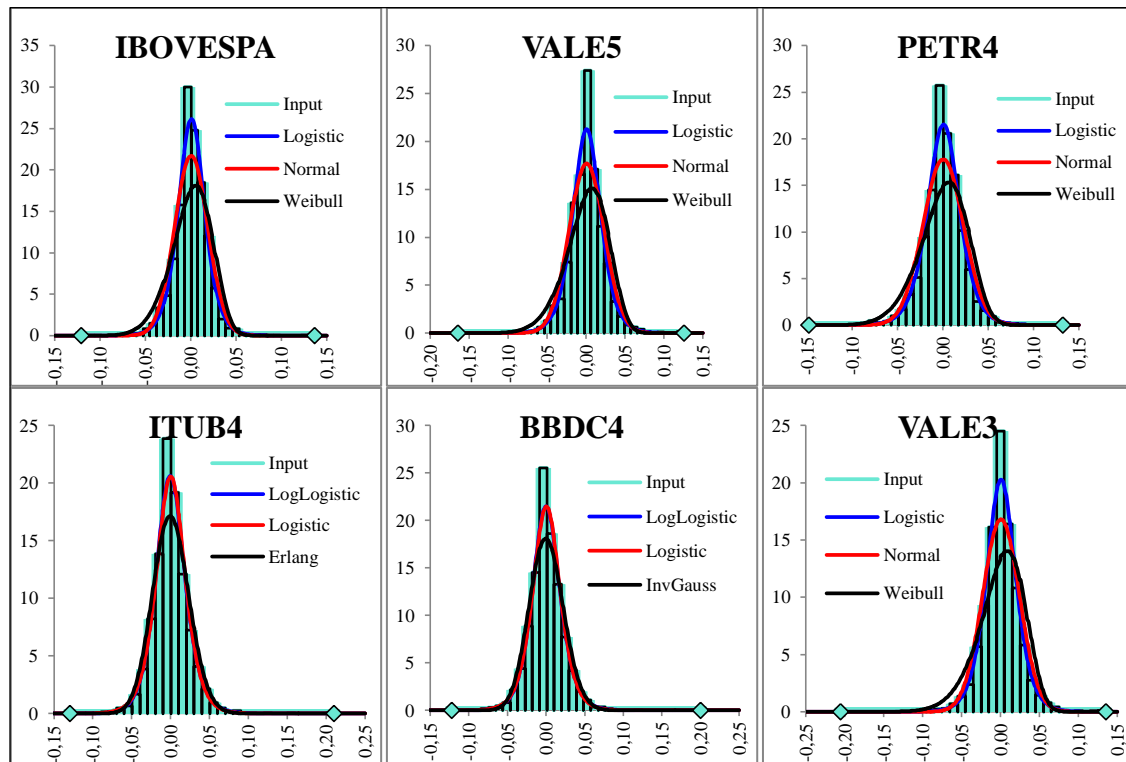
| Activo          | Media  | P <sub>Valor media</sub> | Mediana | Máx.  | Mín.   | Dev. Est. | S       | C   | P <sub>JB</sub> | N    | Fecha Inicial | Fecha Final |
|-----------------|--------|--------------------------|---------|-------|--------|-----------|---------|-----|-----------------|------|---------------|-------------|
| <b>IBOVESPA</b> | 0,0005 | 14%                      | 0,0002  | 0,137 | -0,121 |           | *-0,105 | 7,9 | 0%              | 2781 | 02/01/02      | 31/08/12    |
| <b>VALE5</b>    | 0,0007 | **9,2%                   | 0,0000  | 0,126 | -0,164 | 0,023     | *-0,112 | 7,2 | 0%              | 2781 | 02/01/02      | 31/08/12    |
| <b>PETR4</b>    | 0,0004 | 32%                      | 0,0000  | 0,132 | -0,148 | 0,022     | *-0,165 | 7,2 | 0%              | 2781 | 02/01/02      | 31/08/12    |
| <b>ITUB4</b>    | 0,0006 | 20%                      | 0,0000  | 0,210 | -0,129 | 0,023     | *0,445  | 8,4 | 0%              | 2781 | 02/01/02      | 31/08/12    |
| <b>BBDC4</b>    | 0,0006 | 13%                      | 0,0000  | 0,200 | -0,122 | 0,022     | *0,376  | 7,8 | 0%              | 2781 | 02/01/02      | 31/08/12    |
| <b>VALE3</b>    | 0,0007 | **9,8%                   | 0,0000  | 0,136 | -0,206 | 0,024     | *-0,139 | 8,1 | 0%              | 2781 | 02/01/02      | 31/08/12    |

Fuente: Elaboración propia. \*Significancia al 5%. \*\* Significancia al 10%. S sesgo, C curtosis

En la Tabla 5.3 se puede observar que el retorno medio de todos los activos de Brasil son superiores al del S&P500 e igualmente no significativos, aunque con p-valores inferiores al del índice americano, además la mediana es también no significativa, lo cual hace que media y mediana sean estadísticamente iguales entre sí. Por otro lado la desviación estándar del Ibovespa y de las cinco compañías de Brasil son al menos un 35% superiores a la del S&P500, con valores relativamente homogéneos y cercanos al 2,2%, reflejando una mayor volatilidad en el mercado de Brasil. En cuanto al sesgo se observa que para todas las acciones es estadísticamente diferente a cero, reflejando asimetrías negativas y positivas lo cual indica concentración de rentabilidades, ya sea a la derecha (Ibovespa, VALE5, PETR4, VALE3) o a la izquierda (ITUB4 y BBDC4) de la media respectivamente, lo que no es característico en distribuciones normales. Al analizar la significancia de la curtosis de la muestra del mercado de Brasil, se encuentra que todas son significativamente mayores a tres, reflejando leptocurtosis en las distribuciones empíricas. Los máximos y mínimos presentan valores extremos alejados al menos 5,5 veces de la desviación estándar, manifestándose grandes colas en las distribuciones. De los hallazgos en el

mercado brasileiro y el test Jarque-Bera, se puede decir que los datos no se aproximan a una distribución normal.

Gráfico 5.2 Test de Bondad de Ajuste mediante Chi-Cuadrado en las series bursátiles de Brasil.



Fuente: Elaboración propia. El histograma de color verde son los datos empíricos; las distribuciones de color azul, rojo y negro son el primero, segundo y tercer mejor ajuste de los datos respectivamente.

Del Gráfico 5.2 se encuentra que las distribuciones que mejor describen los retornos son la Logistic en Ibovespa, VALE5, PETR4 y VALE3 y Log-Logistic en los dos restantes. Mientras que el segundo lugar en ajuste es ocupado por la distribución normal y Logistic. Nótese que a diferencia del índice de Estados Unidos, las distribuciones ITUB4 y BBDC4 presentan sesgos significativos y positivos que son mejor descritos por distribuciones asimétricas como la Log-Logistic, Erlang e Inv-Gauss, que junto con la Weibull ocupan el tercer puesto en ajuste.

Dado lo anterior, se ratifica lo hallado mediante el análisis de estadísticos básicos en el sentido de que las series financieras de Brasil se aproxima principalmente a la Logistic y Log-Logistic, pero que sin embargo, igual que en el índice S&P500, la distribución normal ocupa el segundo lugar en ajuste.

### 5.2.3. México

Tabla 5.4 Estadísticos básicos y test Jarque Bera de México

| Activo     | Media  | P <sub>Valor</sub><br>media | Mediana | Máx. | Mín.  | Dev.<br>Est. | S      | C   | P <sub>JB</sub> | N    | Fecha<br>Inicial | Fecha<br>Final |
|------------|--------|-----------------------------|---------|------|-------|--------------|--------|-----|-----------------|------|------------------|----------------|
| IPC        | 0,0007 | **1,0%                      | 0,0008  | 0,10 | -0,07 | 0,0133       | 0,06   | 8,6 | 0%              | 2783 | 01/01/02         | 31/08/12       |
| AMXL       | 0,0009 | *1,8%                       | 0,0000  | 0,12 | -0,13 | 0,0196       | *0,13  | 8,0 | 0%              | 2783 | 01/01/02         | 31/08/12       |
| WALMEXV    | 0,0006 | **6,3%                      | 0,0000  | 0,13 | -0,12 | 0,0176       | *-0,12 | 7,7 | 0%              | 2783 | 01/01/02         | 31/08/12       |
| FEMSAUBD   | 0,0009 | *1,2%                       | 0,0002  | 0,12 | -0,14 | 0,0179       | *-0,15 | 9,7 | 0%              | 2784 | 01/01/02         | 31/08/12       |
| GMEXICOB   | 0,0014 | *0,7%                       | 0,0000  | 0,17 | -0,18 | 0,0270       | *-0,16 | 8,3 | 0%              | 2783 | 01/01/02         | 31/08/12       |
| TLEVISACPO | 0,0004 | 23,1%                       | 0,0000  | 0,15 | -0,08 | 0,0182       | *0,39  | 7,2 | 0%              | 2784 | 01/01/02         | 31/08/12       |

Fuente: Elaboración propia. \*Significancia al 5%. \*\* Significancia al 10%. S sesgo, C curtosis

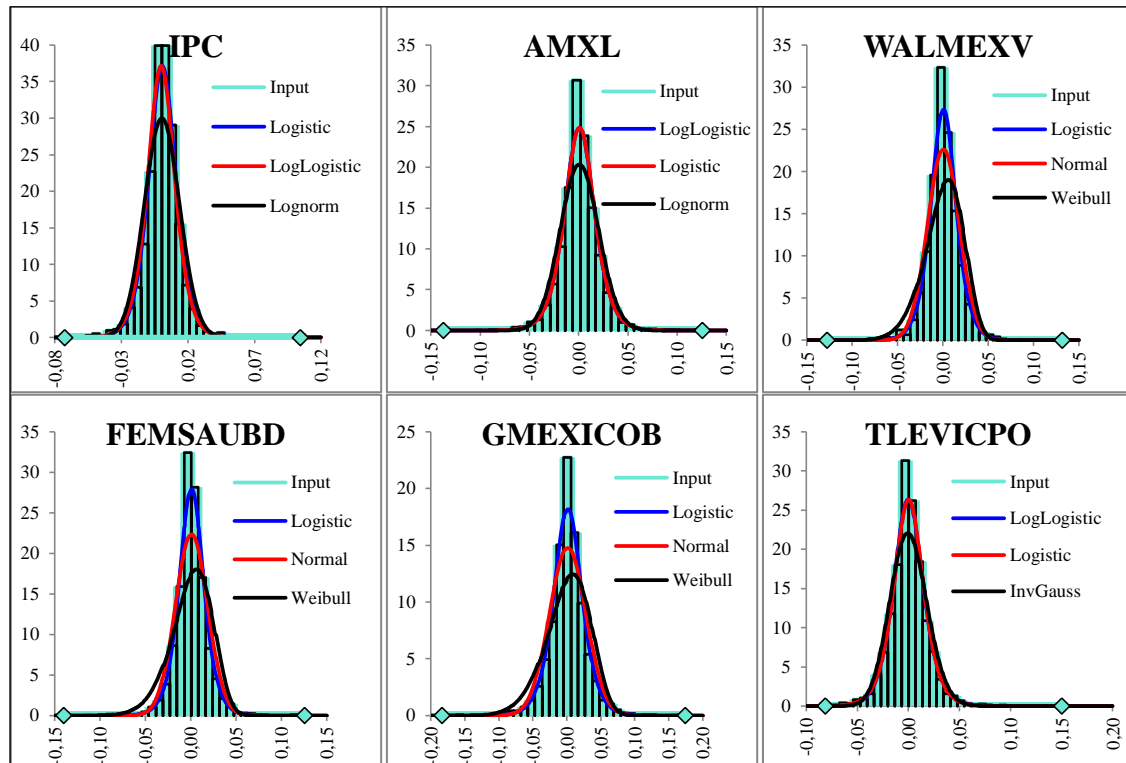
En la Tabla 5.4 se observa que contrario al S&P500 y al mercado de Brasil, México presenta retornos medios significativos al 5 y 10%, (excepto TLEVISACPO) y que además en su mayoría son diferentes a la mediana (excepto IPC). En cuanto a la desviación estándar del índice, se encuentra que es solo un 2,2% inferior a la del S&P500, lo cual resulta normal dada la causalidad de estos mercados, tal como se demuestra<sup>54</sup> en Sarmiento, Duarte, & Mascareñas (2012). Además el sesgo y la curtosis para todos los activos son estadísticamente diferentes a los parámetros de la distribución normal de 0 y 3 respectivamente, con excepción del IPC donde se detecta no significancia en su sesgo. Asimismo se destaca la similitud con Brasil y el S&P500 en cuanto a que los máximos y mínimos de los diferentes activos de México son en promedio 5 o 6 veces su desviación típica, lo que implica colas pesadas en sus distribuciones.

Un perfil particular se observa en los activos FEMSAUBD y GMEXICOB, quienes presentan medias positivas y estadísticamente significativas, con una curtosis muy superior a 3 y sesgo significativo y menor a cero, características que ubicarían la masa de retornos de estos activos por encima de la media, lo cual podría ser un escenario favorable en la obtención de beneficios extraordinarios. Por último el estadístico Jarque-Bera rechaza la hipótesis de normalidad en las

<sup>54</sup> Este estudio analiza la relación entre el S&P500 y los mercados latinoamericanos, encontrando alta causalidad del índice Americano sobre los mercados bursátiles de Perú, México, Chile y Colombia y un bajo grado de causalidad con Brasil y Argentina.

diferentes series de México, teniendo en cuenta que estos activos presentan leptocurtosis y asimetrías significativas tanto positivas como negativas.

Gráfico 5.3 Test de Bondad de Ajuste mediante Chi-Cuadrado en las series bursátiles de México.



Fuente: Elaboración propia.

Igual que en el mercado de Brasil, en México las distribuciones Logistic y Log-Logistic, son las que mejor representan los retornos, destacando que los activos en los cuales la Log-Logistic está de primera en ajuste (AMXL y TLEVISACPO), es en aquellas series que tienen gran asimetría positiva, lo que resulta coherente teniendo en cuenta que esta distribución teórica presenta sesgo positivo. Por otro lado la Normal es la que ocupa el segundo lugar de ajuste en la mitad de los activos de México, confirmando así los resultados del test Jarque-Bera, en el sentido de las series no presentan comportamientos gaussianos. Por último, en el tercer lugar de ajuste se destacan las distribuciones Weibull, LogNormal e InvGauss, las cuales tienden a describir mejor el sesgo que la curtosis de los datos empíricos, tal como se aprecia en el gráfico 5.3.

#### 5.2.4. Chile

En la Tabla 5.5 las empresas LAN, Endesa y SQMB de Chile, presentan retornos positivos y además diferentes a la mediana, en contraste con los tres activos restantes que presentan retornos medios y medianas no significativos. Por otro lado, las desviaciones estándar de los activos de Chile son relativamente homogéneas y similares a las de México y el S&P500. Los activos IPSA y BSAN tienen sesgo, media y medianas no significativas, características típicas de una distribución normal, sin embargo el estadístico Jarque-Bera rechaza el comportamiento normal para todas las series financieras de Chile, debido en buena parte a la fuerte curtosis que ellos presentan. Los retornos extremos de los activos de Chile son en promedio entre 6 y 7 veces su respectiva desviación típica, superando por un buen margen a Brasil y México.

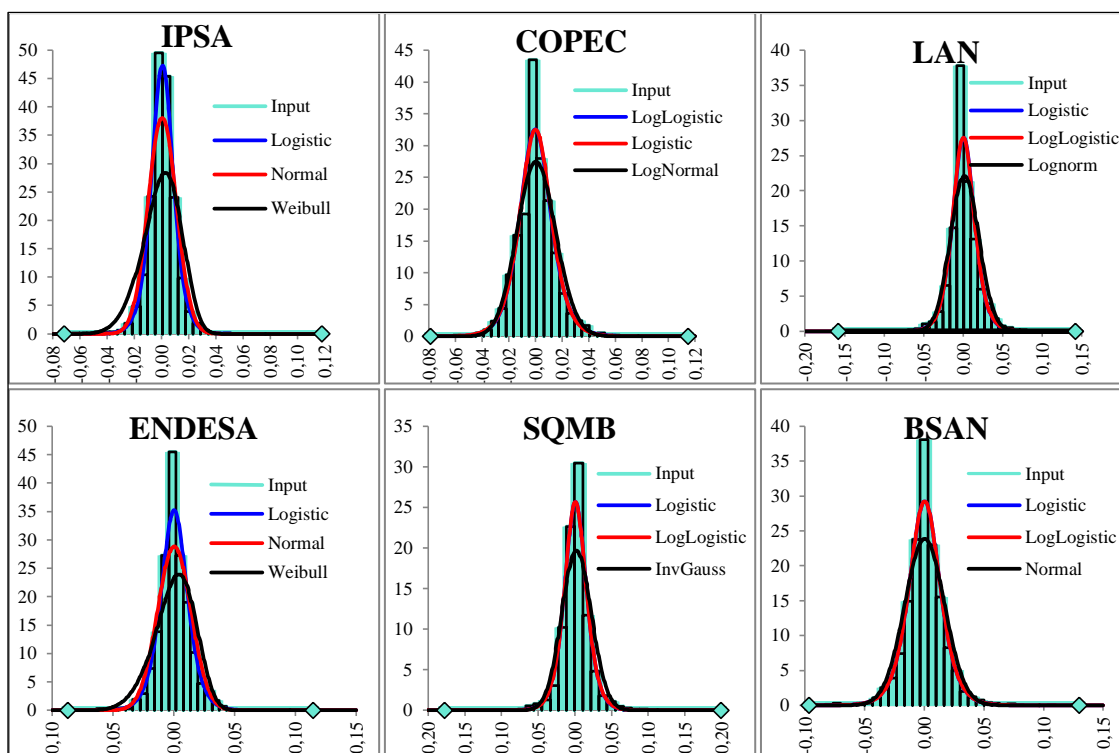
Tabla 5.5 Estadísticos básicos y test Jarque Bera de Chile

| Activo        | Media  | P <sub>Valor</sub><br>media | Mediana | Máx. | Mín.  | Dev.<br>Est. | S      | C    | P <sub>JB</sub> | N    | Fecha<br>Inicial | Fecha<br>Final |
|---------------|--------|-----------------------------|---------|------|-------|--------------|--------|------|-----------------|------|------------------|----------------|
| <b>IPSA</b>   | 0,0005 | 20,7%                       | 0,0004  | 0,12 | -0,07 | 0,011        | -0,026 | 13,1 | 0%              | 2780 | 01/01/02         | 31/08/12       |
| <b>COPEC</b>  | 0,0004 | 13,7%                       | 0,0000  | 0,11 | -0,08 | 0,015        | *0,241 | 6,5  | 0%              | 2780 | 01/01/02         | 31/08/12       |
| <b>LAN</b>    | 0,0009 | **8,4%                      | 0,0000  | 0,14 | -0,16 | 0,018        | *0,148 | 9,5  | 0%              | 2780 | 01/01/02         | 31/08/12       |
| <b>ENDESA</b> | 0,0005 | *2,3%                       | 0,0000  | 0,11 | -0,09 | 0,014        | -0,034 | 8,3  | 0%              | 2780 | 01/01/02         | 31/08/12       |
| <b>SQMB</b>   | 0,0011 | *1,0%                       | 0,0000  | 0,20 | -0,18 | 0,020        | *0,202 | 13,0 | 0%              | 2780 | 01/01/02         | 31/08/12       |
| <b>BSAN</b>   | 0,0003 | 32,0%                       | 0,0000  | 0,13 | -0,10 | 0,017        | 0,046  | 8,1  | 0%              | 2780 | 01/01/02         | 31/08/12       |

Fuente: Elaboración propia. \*Significancia al 5%. \*\* Significancia al 10%. S sesgo, C curtosis.

Se destaca que la acción Endesa de Chile, tiene una media positiva con distribución simétrica y alta curtosis, que podría hacerla atractiva para invertir, sin embargo, igual que para los acciones FEMSAUBD y GMEXICOB de México, es prematuro concluir que son activos con los cuales un inversionista pueda obtener ganancias extraordinarias.

Gráfico 5.4 Test de Bondad de Ajuste mediante Chi-Cuadrado en las series bursátiles de Chile



Fuente: Elaboración propia.

En el Gráfico 5.4 se observa una vez más que las distribuciones Logistic y Log-Logistic ocupan el primer lugar en la prueba de bondad de ajuste. Comparando el ajuste de la distribución normal de Chile con los anteriores mercados se destaca que los activos de este país se aproximan menos a la distribución normal, dando paso a la LogNormal que representa mejor el sesgo positivo de activos como COPEC y LAN.

### 5.2.5. Colombia

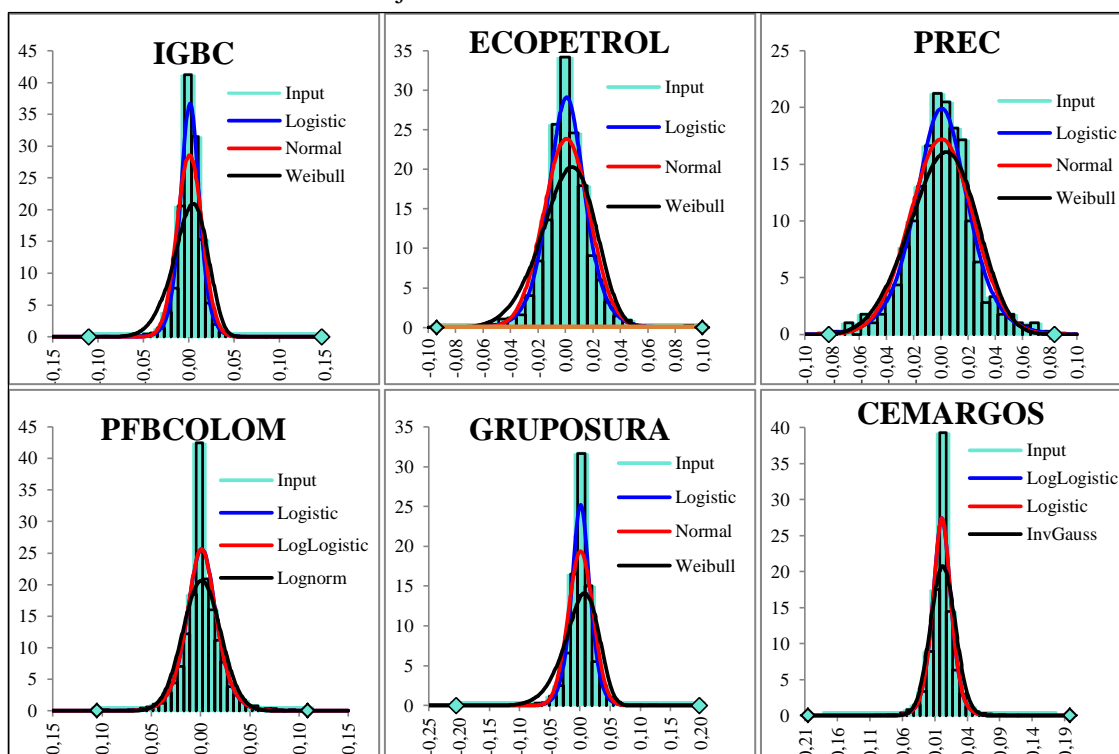
Tabla 5.6 Estadísticos básicos y test Jarque Bera de Colombia

| Activo    | Media  | P <sub>valor</sub> | Mediana | Máx. | Mín.  | Dev.  | S       | C   | P <sub>JB</sub> | N    | Fecha Inicial | Fecha Final |
|-----------|--------|--------------------|---------|------|-------|-------|---------|-----|-----------------|------|---------------|-------------|
|           | media  |                    |         |      |       | Est.  |         |     |                 |      |               |             |
| IGBC      | 0,0010 | *0,0%              | 0,0013  | 0,15 | -0,11 | 0,014 | *-0,342 | 15  | 0%              | 2602 | 02/01/02      | 31/8/12     |
| ECOPETROL | 0,0008 | 96,1%              | 0,0000  | 0,10 | -0,09 | 0,017 | -0,055  | 7,8 | 0%              | 1161 | 26/11/07      | 31/8/12     |
| PREC      | 0,0005 | 61,5%              | 0,0009  | 0,08 | -0,08 | 0,023 | -0,012  | 4,2 | 0%              | 658  | 23/12/09      | 31/8/12     |
| PFBCOLOM  | 0,0013 | *0,1%              | 0,0000  | 0,11 | -0,10 | 0,019 | *0,103  | 7,3 | 0%              | 2602 | 03/01/02      | 31/8/12     |
| GRUPOSURA | 0,0012 | *0,2%              | 0,0005  | 0,20 | -0,20 | 0,021 | *-0,392 | 15  | 0%              | 2602 | 02/01/02      | 31/8/12     |
| CEMARGOS  | 0,0009 | *1,6%              | 0,0000  | 0,17 | -0,17 | 0,019 | 0,040   | 13  | 0%              | 2543 | 02/01/02      | 31/8/12     |

Fuente: Elaboración propia. \*Significancia al 5%. \*\* Significancia al 10%. S sesgo, C curtosis

En la Tabla 5.6 se destaca que la mayoría de los retornos de los activos de Colombia son significativos y positivos con excepción de PREC y Ecopetrol. En cuanto a la desviación estándar de las acciones se encuentra que esta oscila entre 1,7 y 2%, siendo relativamente homogénea y cercana al S&P500. Se detectan sesgos tanto positivos como negativos en la mitad de los activos correspondientes a PFBCOLOM, IGBC y Gruposura, además estos últimos activos por contar con sesgo negativo y medias mayores a cero, podrían ser atractivos para la inversión, teniendo en cuenta la concentración de sus retornos al lado derecho de la media. Por último, se observa que todos los activos tienen alta curtosis y colas largas representadas por máximos y mínimos superiores a  $5.5\sigma$ , indicando que las series no siguen una distribución normal, lo cual es confirmado nuevamente por el estadístico Jarque Bera.

Gráfico 5.5 Test de Bondad de Ajuste mediante Chi-Cuadrado en las series bursátiles de



Fuente: Elaboración propia.

A diferencia de los activos analizados hasta ahora, en el mercado de Colombia la acción PREC presenta el histograma con mayor similitud al de una distribución normal, debido principalmente a su simetría y baja leptocurtosis de 4,2, siendo la menor de los activos bajo estudio, sin embargo, no es esta distribución la que



mejor describe los datos, tal como se ve en el Gráfico 5.5, donde una vez más se confirma que las distribuciones Logistic y Log-Logistic son las que mejor se ajustan a las series financieras. Se aprecia también que la distribución Normal es el segundo mejor ajuste en 4 de los 6 activos de Colombia, quedando en tercer lugar para la mayoría de los casos la distribución Weibull.

### 5.2.6. Perú

Tabla 5.7 Estadísticos básicos y test Jarque Bera de Perú

| Activo          | Media  | P <sub>valor</sub><br>media | Mediana | Máx.  | Mín.   | Dev.<br>Est. | S      | C    | P <sub>JB</sub> | N    | Fecha<br>Inicial | Fecha<br>Final |
|-----------------|--------|-----------------------------|---------|-------|--------|--------------|--------|------|-----------------|------|------------------|----------------|
| <b>IGBVL</b>    | 0,0008 | **6,1%                      | 0,0004  | 0,128 | -0,133 | 0,0185       | *-0,47 | 10,6 | 0%              | 1737 | 02/01/06         | 31/08/12       |
| <b>VOLCABC1</b> | 0,0014 | **7,7%                      | 0,0000  | 0,245 | -0,170 | 0,0321       | *0,20  | 9,5  | 0%              | 1737 | 02/01/06         | 31/08/12       |
| <b>CVERDEC1</b> | 0,0012 | **5,5%                      | 0,0000  | 0,140 | -0,163 | 0,0269       | *-0,40 | 9,4  | 0%              | 1737 | 02/01/06         | 31/08/12       |
| <b>MINSURI1</b> | 0,0003 | 65,9%                       | 0,0000  | 0,146 | -0,201 | 0,0243       | *-0,54 | 11,7 | 0%              | 1737 | 02/01/06         | 31/08/12       |
| <b>FERREYC1</b> | 0,0007 | 17,2%                       | 0,0000  | 0,119 | -0,197 | 0,0220       | *-0,68 | 13,5 | 0%              | 1737 | 02/01/06         | 31/08/12       |
| <b>CASAGRC1</b> | 0,0012 | 10,8%                       | 0,0000  | 0,153 | -0,165 | 0,0318       | *0,42  | 8,2  | 0%              | 1737 | 02/01/06         | 31/08/12       |

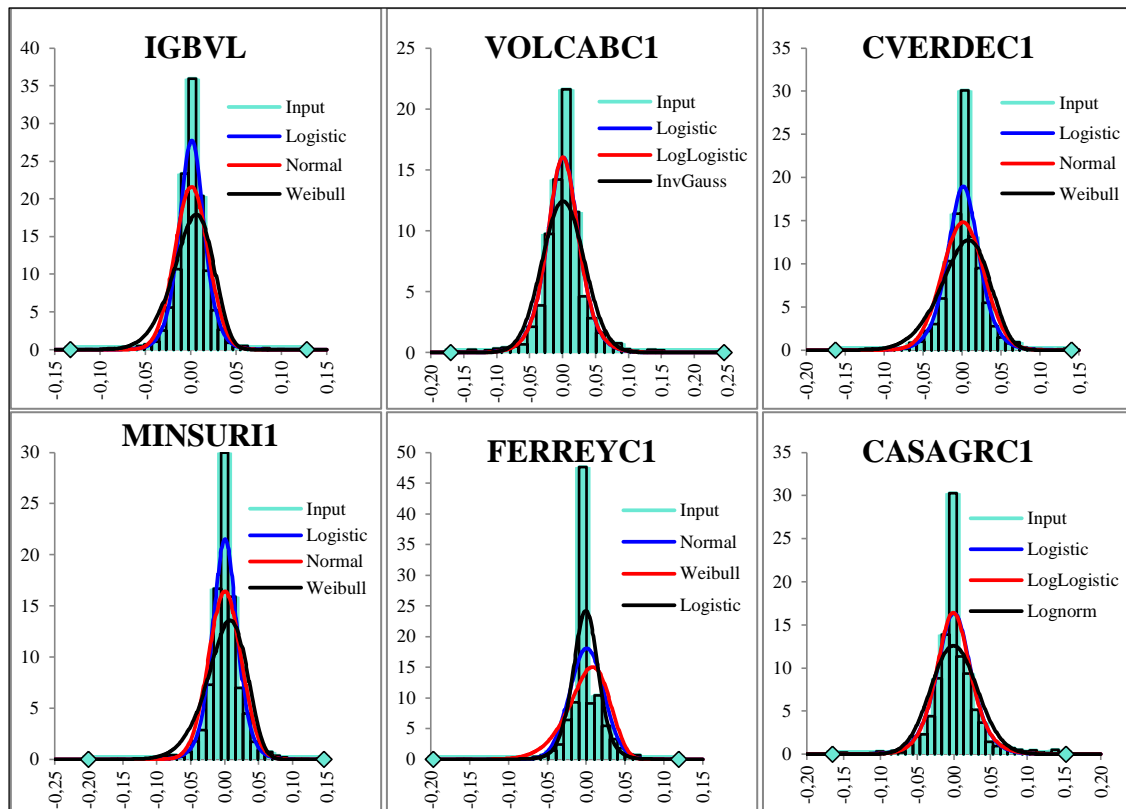
Fuente: Elaboración propia. \*Significancia al 5%. \*\* Significancia al 10%. S sesgo, C curtosis

Después de Brasil, el mercado de Perú es el que presenta medias y medianas más cercanas a cero, solo el IGBVL, VOLCABC1 y CVERDEC1 tienen retornos significativos aunque con errores tipo II relativamente bajos. En cuanto a la desviación estándar se subraya que Perú es el que presenta las mayores volatilidades en Latinoamérica y del mismo S&P500, con un promedio del 2,6%, lo que hace que sus valores extremos no sean superiores a  $6\sigma$ . Además sus activos presentan asimetrías significativas que en su mayoría son negativas y curtosis que representan tres veces la de una distribución normal, negando su comportamiento gaussiano tal como se verifica con los resultados del estadístico Jarque Bera.

El primer lugar en la prueba de bondad de ajuste para el caso de Perú, es ocupado nuevamente por la distribución Logistic para la mayoría de los activos de Perú, ver Gráfico 5.6, con excepción del activo FERREYC1 quien presenta como mejor ajuste la distribución Normal, lo que se explica principalmente por su distribución homogénea de los retornos en los diferentes intervalos. Nótese que

la distribución Log-Logistic no ocupa el primer lugar de ajuste en ninguno de los activos de Perú, debido a que las series empíricas presentan en su mayoría asimetrías negativas que no corresponden al sesgo positivo de esta distribución teórica.

Gráfico 5.6 Test de Bondad de Ajuste mediante Chi-Cuadrado en las series bursátiles de Perú



Fuente: Elaboración propia.

Junto con Chile, Perú es uno de los mercados donde menos se ajusta la distribución normal a los retornos de sus activos.

### 5.3. Pruebas empíricas

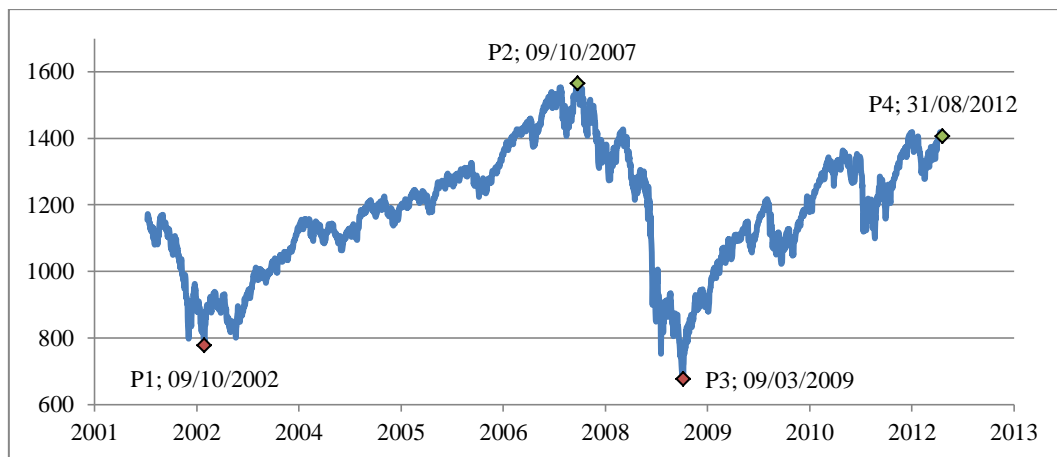
A continuación se presentan para el S&P500 y los cinco países latinoamericanos, los resultados de las pruebas empíricas de recorrido aleatorio, tales como prueba de rachas, test BDS, filtros de Alexander, test Ljung Box e intervalo de confianza de Bartlett para el periodo total de estudio, que inicia el 2 de enero de 2002 y finaliza el 31 de agosto de 2012, así como también la evaluación conjunta de los cinco test.

Con el fin de visualizar el comportamiento aleatorio a través del tiempo, en los anexos ANEXO VIII al ANEXO XIII se resaltan en color azul los resultados que indican aleatoriedad en las diferentes series, quedando de color negro aquellos resultados en los cuales no se detecta cualquiera de los tres tipos de recorrido aleatorio: RW1, RW2 y RW3.

### 5.3.1. *Estados Unidos*

En el Gráfico 5.7 se presentan los precios diarios del S&P500 con las respectivas fechas de finalización de cada subperiodo.

Gráfico 5.7 Serie de precios diarios del S&P500.



Fuente: Elaboración propia. Precios del S&P500. Periodo 1: 01/01/2002-09/10/2002↓, Periodo 2: 10/10/2002-09/10/2007↑, Periodo 3: 10/10/2007-09/03/2009↓, Periodo 4: 10/03/2009-31/08/2012↑.

#### 5.3.1.1. *Random Walk 1(USA)*

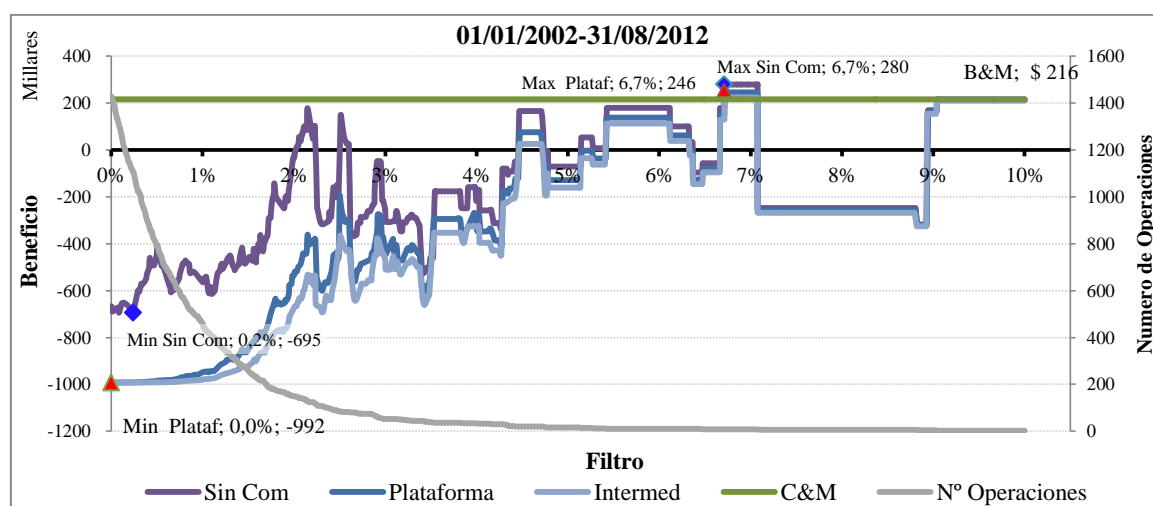
- *Test de Rachas.* Los resultados del Anexo VIII.1 demuestran que para el periodo total de estudio, se rechaza la hipótesis de que los retornos del S&P500 se distribuyen i.i.d, sin embargo cuando se analizan los subperiodos por tendencias se encuentra que para el primer (baja) y cuarto (alza) periodo no se puede rechazar la hipótesis de que los retornos se comportan como un recorrido aleatorio tipo 1, en tanto que para los periodos 2 y 3 comprendidos entre octubre de 2002 y marzo de 2009, se rechaza la hipótesis de aleatoriedad.

- *Test BDS.* Confirma parcialmente los resultados de la prueba de rachas, en el sentido de que ambos rechazan la hipótesis i.i.d para el periodo total (2002-2012) y los subperiodos 2 y 3 (Ver Anexo VIII.2), mas no para el cuarto como lo hace el test de rachas. En cuanto al primer periodo los dos test identifican un comportamiento i.i.d, es decir, se evidencia que este periodo a la baja es realmente RW1.

### 5.3.1.2. Random Walk 2 (USA)

- *Filtros de Alexander.* Tal como se describió en la metodología en el numeral 4.5.2 se estimaran filtros de Alexander para tres escenarios de gestión activa (transacciones sin comisión, operaciones con comisión mediante plataforma y con comisión con intermediario) y el escenario de gestión pasiva de comprar y mantener. En el Gráfico 5.8 se presentan los resultados del S&P500 para los tres escenarios de inversión mediante gestión activa (Colores morado, azul y celeste), así como también la estrategia de gestión pasiva comprar y mantener (Color verde) y el número de operaciones respecto al filtro (Color gris).

Gráfico 5.8 Filtros de Alexander en el S&P500



Fuente: Elaboración propia.

Del Gráfico 5.8, se destaca que el máximo beneficio usando plataforma es de US\$246.000<sup>55</sup> conseguido con filtros entre el 6,7% y 7%, siendo esta ganancia cercana a la obtenida con la estrategia de comprar y mantener (US\$216.000), pero con mayor riesgo ya que para filtros diferentes a este pequeño rango (0,3%) los beneficios son inferiores a los de C&M, y además no se tiene en cuenta los costes y gastos de administración. Algo similar sucede con la gestión mediante intermediario, donde se obtienen beneficios de US\$224.000 en 11 años.

Al analizar el mercado estadounidense por subperiodos (Ver Anexos VIII.3 y VIII.4) se observa que: en periodos con tendencia a la baja el índice presenta pérdidas para cualquier filtro, aunque inferiores a la estrategia de comprar y mantener, en cambio en los periodos al alza el máximo beneficio se logra con filtros del 3,5 (Periodo 2) y 4,5% (Periodo 4), siendo equivalente o ligeramente superior a la gestión pasiva. Se resalta el hecho de que los máximos se logran con filtros puntuales (3.5%) o rangos relativamente pequeños (4,5% a 4,78%), lo cual hace riesgosa la gestión activa mediante filtros.

#### 5.3.1.3. *Random Walk 3 (USA)*

- *Test Ljung Box y Test de Bartlett.* Del Anexo VIII.5 se destaca que durante el periodo total, la autocorrelación es significativa para los primeros ocho retardos según el test Ljung Box, lo cual es confirmado por el intervalo de confianza de Bartlett que rechaza la hipótesis de que cada autocorrelación sea cero para todos los retardos, exceptuando el 4 y el 6.

Al analizar el Anexo VIII.5 donde se estiman la correlación serial para los primeros ocho retardos en los subperiodos, mediante los test de Ljung Box y Bartlett, se observa que el único periodo que no presenta autocorrelaciones significativas es el primero, lo cual confirmaría los resultados anteriores respecto a la eficiencia del índice S&P500 solamente en este subperiodo, evidenciando autocorrelaciones significativas del índice desde finales del año 2002.

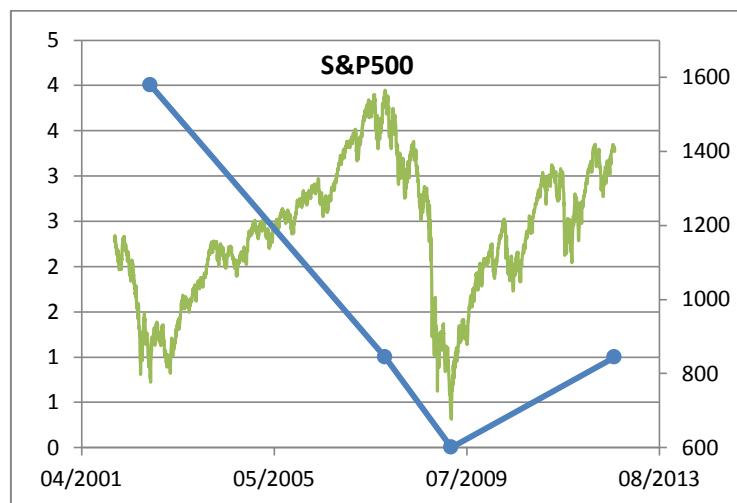
---

<sup>55</sup> Inversión Inicial de un millón de dólares.

#### 5.3.1.4. Evaluación conjunta del recorrido aleatorio (USA)

Al evaluar conjuntamente el índice S&P500 mediante las cinco pruebas (Ver Anexo VIII.6), se verifica que durante el periodo total de estudio el índice americano no se comporta de forma aleatoria. A continuación se presenta el Gráfico 5.9 que resume los resultados del índice para los cuatro subperiodos.

Gráfico 5.9 Evaluación conjunta del recorrido aleatorio S&P500.



Fuente: Elaboración propia. Serie de precios históricos (Verde), Evaluación conjunta de aleatoriedad S&P500 (Azul)

En el año 2002 el S&P500 presentaba una alta aleatoriedad, dado que en cuatro de las cinco pruebas contrastadas no se rechaza la hipótesis de aleatoriedad, sin embargo a partir de octubre de 2002 hasta marzo de 2009, la aleatoriedad tiene una fuerte caída, de la cual se recupera levemente<sup>56</sup> para el periodo de 2009 a 2012. Al asociar estos resultados con la crisis económica sufrida por EEUU desde el 2007, se encuentra que la eficiencia del índice se ve seriamente afectada en este periodo.

<sup>56</sup> La única prueba que evalúa este periodo como aleatorio es la de rachas con un p-valor de 27.7%.

### 5.3.2. *Brasil*

En el Gráfico 5.10 se presentan los precios diarios del Ibovespa con las respectivas divisiones por subperiodos.

Gráfico 5.10 Serie de precios diarios del IBOVESPA.



Fuente: Elaboración propia. Precios del IBOVESPA. Periodo 1: 01/01/2002-20/05/2008↑, Periodo 2: 21/05/2008-27/10/2008↓, Periodo 3: 28/05/2008-05/11/2010↑, Periodo 4: 06/11/2010-05/08/2011↓, Periodo 5: 08/08/2011-13/03/2012↑, Periodo 6: 14/03/2012-31/08/2012↓.

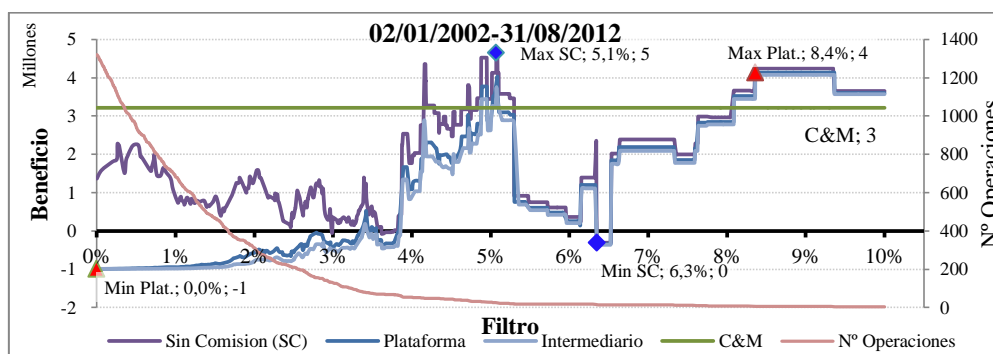
#### 5.3.2.1. *Random Walk 1 (BR)*

- *Test de Rachas.* En el Anexo IX.1 se presentan los resultados del test de rachas para el mercado de Brasil, a partir del cual se puede notar que para todo el periodo de estudio la mitad de los activos (VALE5, ITUB4 y VALE3) son aleatorios, aunque con p-valores relativamente bajos, inferiores al 20%. Por otro lado al analizar los subperiodos se observa que la significancia del “no rechazo” de i.i.d presenta un comportamiento ascendente, dando indicios de mejora de la aleatoriedad en las series a través del tiempo.
- *Test BDS.* Del Anexo IX.2 se observa que el test BDS, por ser más potente para detectar cualquier tipo de estructura, rechaza la aleatoriedad en el periodo total en los diferentes activos de Brasil. En cuanto a los subperiodos se resalta el hecho de que para los tres primeros, la prueba detecta estructura en los datos rechazando la hipótesis de recorrido aleatorio tipo 1, mientras que para los tres periodos restantes, que inician en noviembre de 2010, se tiende a mejorar la aleatoriedad con la particularidad de que la aceptación de la hipótesis i.i.d se mantiene para cualquier dimensión estimada.

### 5.3.2.2. Random Walk 2 (BR)

- *Filtros de Alexander.* En el Anexo IX.3, se presentan los resultados de la estrategia de invertir mediante filtros de Alexander, a partir de los cuales se evidencia una mejora de la aleatoriedad en el mercado de Brasil a través del tiempo. Es decir entre 2002 y 2011 se observa dependencia en las series, principalmente en activos como el Ibovespa y PETR4, lo cual hubiera permitido obtener ganancias en los periodos al alza o menores pérdidas en los subperiodos a la baja. Mientras que desde noviembre de 2011 las posibilidades de ganar sistemáticamente con filtros de Alexander son menores.

Gráfico 5.11 Filtros de Alexander en el Ibovespa.



Fuente: Elaboración propia.

Según el Gráfico 5.11, con filtros que van desde 8,4% a 9,3% en el periodo total de estudio, se podrían obtener 2,2% de rendimientos anuales marginales al usar la estrategia activa con plataforma en lugar de la pasiva. No obstante este rango de filtros no es consistente cuando se analiza la serie por subperiodos (Ver Anexo IX.4), y además los filtros donde se obtienen los máximos beneficios son puntuales o tienen rangos muy pequeños.

En la Tabla 5.8 se estima la rentabilidad anual promedio marginal de las estrategias activas (Plataforma e Intermediario) sobre la estrategia de comprar y mantener, de donde se puede extraer en primer lugar que en los periodos al alza las estrategias activas obtienen retornos superiores a la gestión pasiva en un 2,8 y 2,1%, sin embargo, tal como se dijo anteriormente los filtros usados para obtener estos resultados superiores son difíciles de predecir, dado que son valores



puntuales y no consistentes para los diferentes subperiodos estudiados, lo que implica el riesgo de caer en un filtro con retorno mínimo y obtener pérdidas hasta de un 88,2% con relación a la gestión pasiva tal como se aprecia en la tabla anterior. En segundo lugar, para los periodos a la baja pareciera que las estrategias activas dieran excelentes rendimientos marginales, sin embargo no se trata de beneficios sino de menores pérdidas con relación a la estrategia C&M; por consiguiente en periodos a la baja la mejor estrategia sería desinvertir.

Tabla 5.8 Retornos anuales marginales de estrategias activas vs pasivas, Brasil

| Escenario              |     | Tendencia |        |
|------------------------|-----|-----------|--------|
|                        |     | Alza      | Baja   |
| Comisión Plataforma    | Max | 2.8%      | 19.6%  |
|                        | Min | -71.5%    | -14.6% |
| Comisión Intermediario | Max | 2.1%      | 14.3%  |
|                        | Min | -88.2%    | -21.9% |

Fuente: Elaboración propia. Los retornos positivos significan ganancias marginales de estrategias activas sobre pasivas, y viceversa.

#### 5.3.2.3. *Random Walk 3 (BR)*

- *Test de Ljung Box.* En el Anexo IX.5, se presentan los resultados del test que evalúa la hipótesis conjunta de que las autocorrelaciones de los ocho primeros retardos son o no significativas. Al analizar el comportamiento del error tipo dos se detecta un aumento de su valor a través del tiempo, queriendo decir que las autocorrelaciones son cada vez menos significativas especialmente a partir de octubre de 2008.

En cuanto al análisis por tendencias, se encuentra que en periodos a la baja, la significancia conjunta de correlación serial es en promedio ligeramente mayor que en los periodos al alza, siendo en ambos casos estadísticamente no significativas. En otras palabras, pareciera que en periodos a la baja se presenta menor autocorrelación que en los periodos al alza, que se podría explicar cómo una reacción de no credibilidad por parte de los inversores en los precios históricos cuando el mercado va en declive.

- *Test de Bartlett.* El intervalo de confianza de Bartlett evalúa la significancia de la correlación serial individual para cada retardo, es así como en el Anexo IX.5 se identifican en todos los activos, autocorrelaciones significativas en los diferentes subperiodos, para los retardos 1, 2, 3, 6 y 7, indicando que los precios tienen relación con la información reciente así como también con la de una semana atrás. De igual forma se observa que los subperiodos con más retardos significativos son los dos primeros (enero 2002 a octubre de 2008), encontrándose una disminución de las autocorrelaciones significativas a partir de noviembre de 2008. Además al analizar las tendencias, se observa que los periodos al alza presentan más autocorrelaciones significativas que los subperiodos a la baja, ratificando lo hallado en el test de Ljung Box, en lo concerniente a la no confianza de los inversores en las cifras históricas, durante los periodos de caída del mercado.

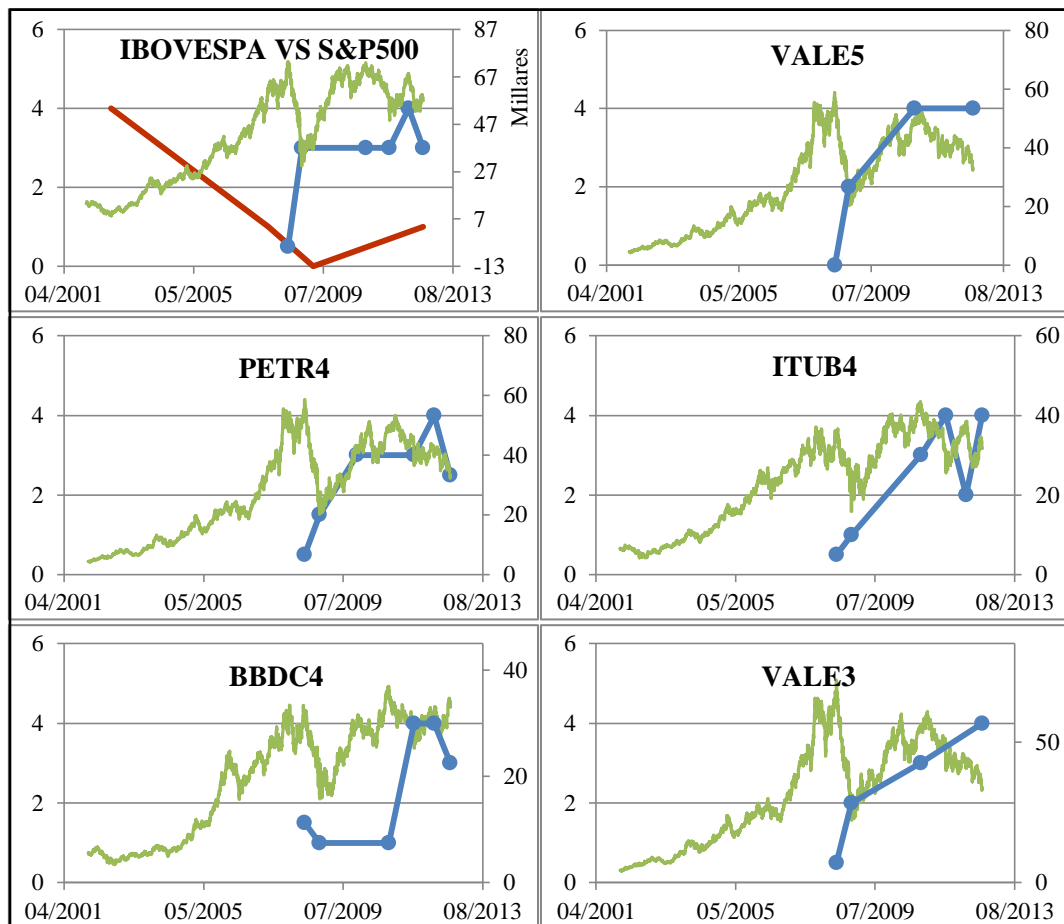
#### 5.3.2.4. *Evaluación conjunta del recorrido aleatorio (BR)*

En el Anexo IX.6 se consolidan los resultados de las cinco pruebas analizadas para el mercado de Brasil, los cuales son representados mediante el Gráfico 5.12.

En el Gráfico 5.12 se presenta la serie de precios históricos de cada activo (Verde), y la evaluación conjunta del recorrido aleatorio (Azul, Brasil y Rojo, S&P500), de donde se extrae que tanto el precio de los activos como la aleatoriedad en ellos se han incrementado en los últimos once años, mientras que para el caso del S&P500 sucede lo contrario acentuándose su baja aleatoriedad en el 2008.

Por otro lado, se destaca que al menos tres de las cinco pruebas, evalúan las series como aleatorias a partir del año 2008 (para el índice) y 2010 (para las acciones), reflejando una mejora de la eficiencia del mercado de Brasil a partir de estos años. También, se detecta algún grado de relación entre la tendencia del mercado y la aleatoriedad para los diferentes activos, es decir, cuando el mercado está al alza el activo tiende a ser menos aleatorio y viceversa.

Gráfico 5.12 Evaluación conjunta del recorrido aleatorio Brasil.

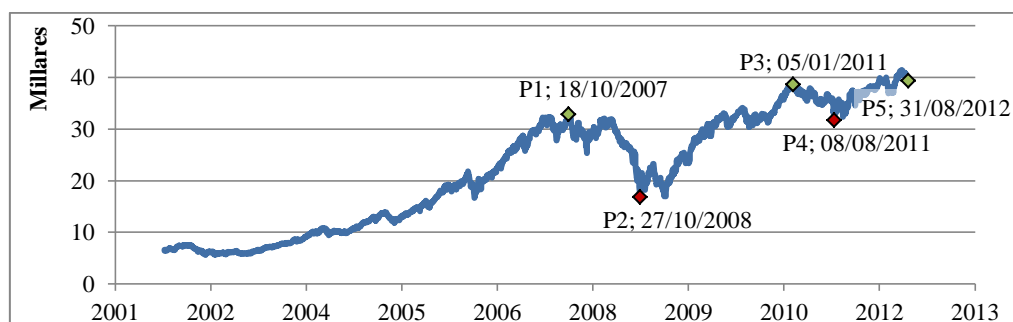


Fuente: Elaboración propia. Serie de precios históricos (Verde), Evaluación conjunta de aleatoriedad S&P500 (Rojo), Evaluación conjunta de aleatoriedad de los activos (Azul)

### 5.3.3. México

En el Gráfico 5.13 Se presentan los precios diarios del IPC con las respectivas divisiones por subperiodos.

Gráfico 5.13 Serie de precios diarios del IPC.



Fuente: Elaboración propia. Precios del IPC. Periodo 1: 02/01/2002-18/10/2007↑, Periodo 2: 19/10/2007-27/10/2008↓, Periodo 3: 28/10/2008-05/01/2011↑, Periodo 4: 06/01/2011-08/08/2011↓, Periodo 5: 09/08/2011-31/08/2012↑.

### 5.3.3.1. Random Walk 1 (MX)

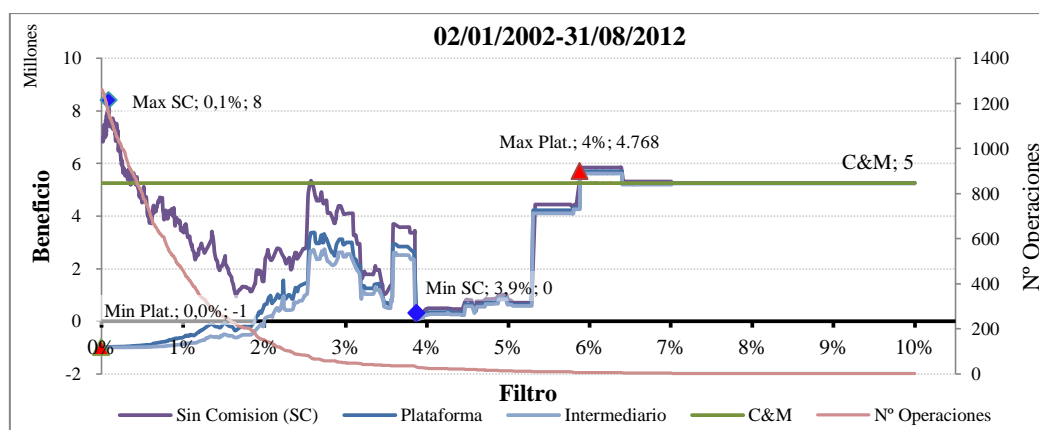
- *Test de Rachas.* Los resultados del test de rachas presentados en el Anexo X.1 evidencian una alta aleatoriedad en el mercado de México principalmente para los tres primeros activos, en tanto que para la acción GMEXICOB se rechaza la hipótesis de aleatoriedad en el periodo total y el primer subperiodo de estudio, mostrando un mejoramiento de su eficiencia en el tiempo. Al evaluar la aleatoriedad según la tendencia de los precios, se detecta al igual que en Brasil, mayor aleatoriedad en periodos a la baja que al alza, siendo este comportamiento más notorio en la acción TLEVISACPO.

- *Test BDS.* Al evaluar el mercado de México mediante el test BDS (Ver Anexo X.2) se observa con mayor claridad el mejoramiento de la aleatoriedad en los últimos periodos para cada activo. En cuanto al análisis por tendencia se encuentran resultados similares a los hallados en la prueba de rachas, es decir, al alza hay en promedio un mayor rechazo de la hipótesis i.i.d.

### 5.3.3.2. Random Walk 2 (MX)

- *Filtros de Alexander*

Gráfico 5.14 Filtros de Alexander en el IPC.



Fuente: Elaboración propia.

En el Anexo X.3 se observa que sería difícil obtener ganancias extraordinarias usando esta técnica, dado que los filtros con los cuales se detectan beneficios

superiores a la estrategia de C&M son puntuales y diferentes tanto en periodos al alza como en periodos a la baja, tal como se puede apreciar en el Gráfico 5.14 y en el Anexo X.4.

Tabla 5.9 Retornos anuales marginales de estrategias activas vs pasivas, México.

| Escenario              |     | Tendencia |        |
|------------------------|-----|-----------|--------|
|                        |     | Alza      | Baja   |
| Comisión Plataforma    | Max | -1,5%     | 6,3%   |
|                        | Min | -74,9%    | -10,2% |
| Comisión Intermediario | Max | -2,0%     | 4,8%   |
|                        | Min | -88,1%    | 5,7%   |

Fuente: Elaboración propia. Los retornos positivos significan ganancias marginales de estrategias activas sobre pasivas, y viceversa.

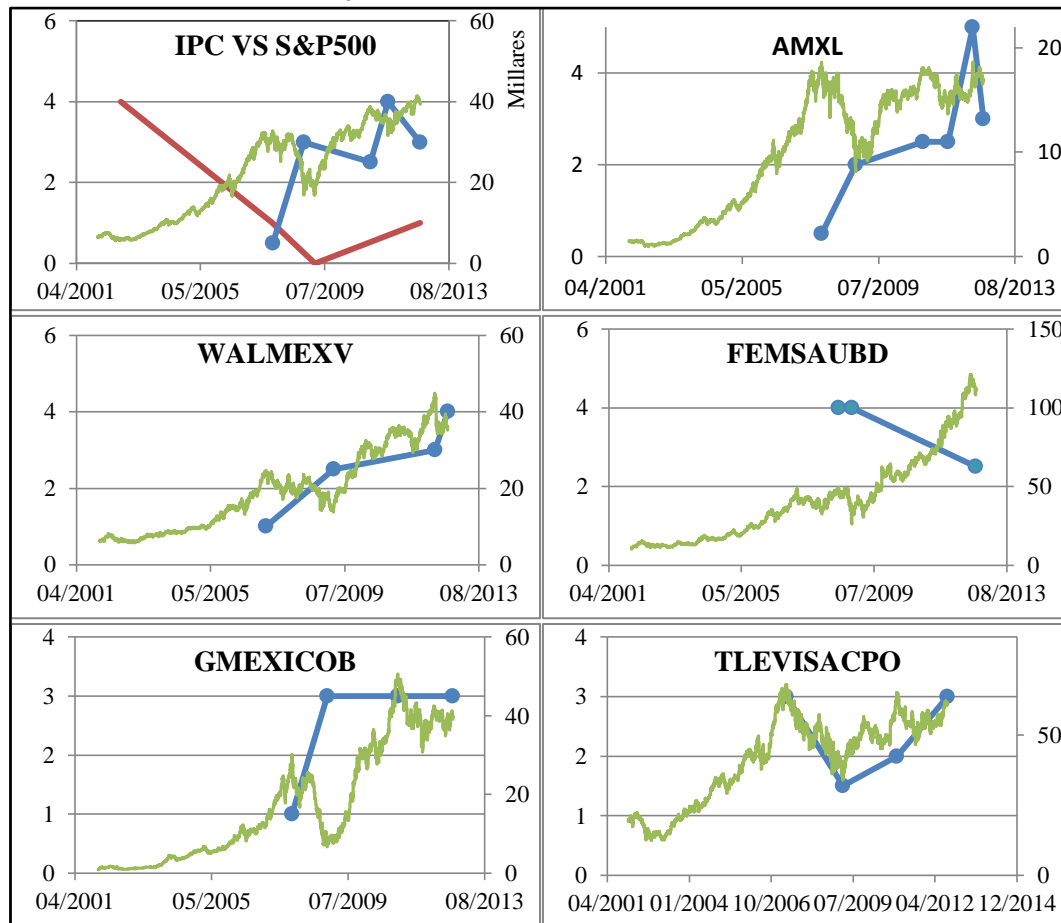
A diferencia de Brasil, se observa que en México para los periodos al alza no es posible obtener beneficios promedio superiores usando los filtros de Alexander en lugar de la estrategia de comprar y mantener (Tabla 5.9). Mientras que en periodos a la baja el comportamiento en México es similar al de Brasil, ya que los filtros producen menores pérdidas que la gestión pasiva, ya sea negociando con plataforma o intermediario.

### 5.3.3.3. *Random Walk 3 (MX)*

- *Test de Ljung Box.* En el Anexo X.5 se detecta que hacia la mitad del periodo de estudio (2008-2010), la autocorrelación es menos significativa que en los periodos inicial y final. También se destaca que se presenta autocorrelación significativa en el primer periodo para todos los activos, mientras que para los demás periodos el test de Ljung Box no rechaza la aleatoriedad, excepto para FEMSAUBD, cuya aleatoriedad disminuye drásticamente en el último periodo.
- *Test de Bartlett.* El comportamiento de las autocorrelaciones individuales en el Mercado de México (Ver Anexo X.5) es idéntico al observado en Brasil, en el sentido de que el mayor número de autocorrelaciones se presentan en los retardos 1, 2, 3 y 6.

#### 5.3.3.4. Evaluación conjunta del recorrido aleatorio (MX)

Gráfico 5.15 Evaluación conjunta del recorrido aleatorio México.



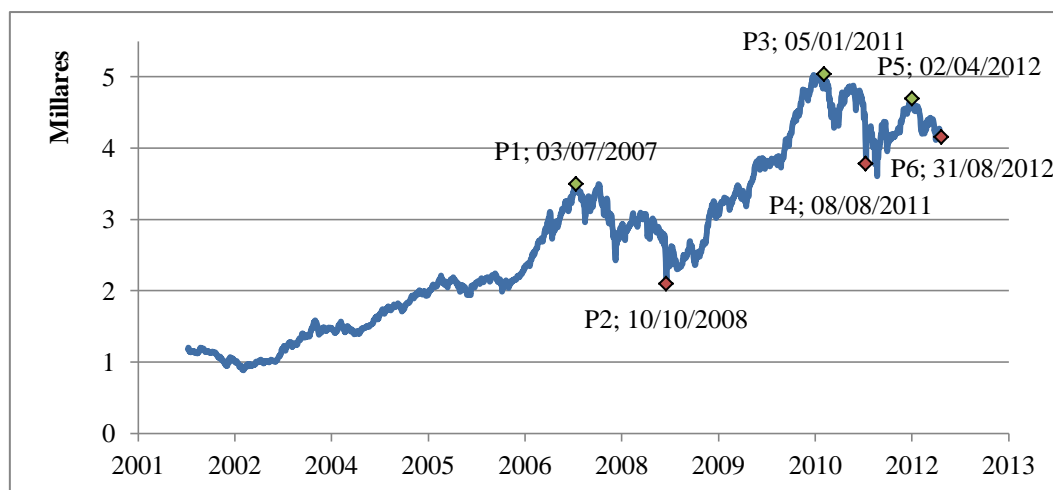
Fuente: Elaboración propia. Serie de precios históricos (Verde), Evaluación conjunta de aleatoriedad S&P500 (Rojo), Evaluación conjunta de aleatoriedad de los activos (Azul)

En el Gráfico 5.15 se verifica lo que parcialmente se detectó para cada uno de los test, la eficiencia mejora en los últimos años del periodo de estudio, pero además se detecta una relación entre el comportamiento de los precios de algunos de los activos y la aleatoriedad, similar a la encontrada en Brasil, en el sentido de que en periodos al alza la aleatoriedad tiende a permanecer constante o decaer, mientras que en periodos a la baja se detecta un aumento del comportamiento aleatorio.

### 5.3.4. Chile

En el Gráfico 5.16 se presentan los precios diarios del IPSA con las respectivas divisiones por subperiodos.

Gráfico 5.16 Serie de precios diarios del IPSA.



Fuente: Elaboración propia. Precios del IPSA. Periodo 1: 01/01/2002-03/07/2007↑, Periodo 2: 04/07/2007-10/10/2008↓, Periodo 3: 13/10/2008-05/01/2011↑, Periodo 4: 06/01/2011-08/08/2011↓, Periodo 5: 09/08/2011-02/04/2012↑, Periodo 6: 03/04/2012-31/08/2012↓.

#### 5.3.4.1. Random Walk 1 (CL)

- *Test de Rachas.* En el Anexo XI.1 se observa que en el periodo total ninguno de los activos es aleatorio, no obstante al hacer el análisis por subperiodos se comprueba que el p-valor aumenta a través del tiempo, presentándose la mayor aleatoriedad en el periodo que va desde octubre de 2011 a agosto de 2012; este comportamiento se puede ver claramente en la acción de LAN, para la cual se rechaza la hipótesis i.i.d en los cuatro primeros subperiodos de estudio, en tanto que para los dos últimos su comportamiento es aleatorio. Por otra parte, el test de rachas muestra que los activos de Chile son menos aleatorios, en relación con los de Brasil y México.

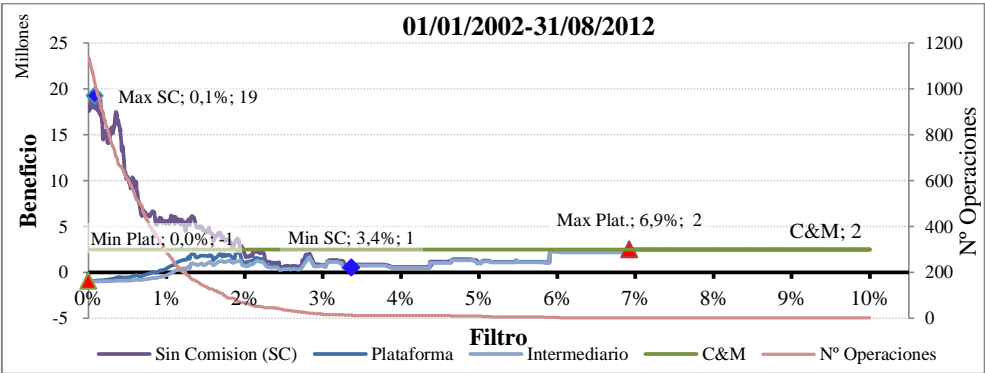
- *Test BDS.* Mediante el test BDS (Ver Anexo XI.2) se encuentra que el mercado de Chile, muestra una mejora de su eficiencia solamente en el último o dos últimos subperiodos de cada activo. Llama la atención que para el activo de la aerolínea LAN se rechaza la hipótesis i.i.d en todos los periodos de estudio,

mientras que las empresas con mejor perfil de aleatoriedad son COPEC Y SQMB, ambas dedicadas al sector petroquímico y/o minero.

#### 5.3.4.2. Random Walk 2 (CL)

- *Filtros de Alexander*

Gráfico 5.17 Filtros de Alexander en el IPSA.



Fuente: Elaboración propia.

En el Gráfico 5.17 y en los Anexos XI.3 y XI.4 se observa que sería difícil obtener ganancias extraordinarias usando esta técnica en el mercado de Chile, en la Tabla 5.10 se presentan los retornos de las estrategias activas sobre la pasiva, de acuerdo a la tendencia del mercado.

Tabla 5.10 Retornos anuales marginales de estrategias activas vs pasivas, Chile.

| Escenario              |     | Tendencia |        |
|------------------------|-----|-----------|--------|
|                        |     | Alza      | Baja   |
| Comisión Plataforma    | Max | 6,4%      | 33,3%  |
|                        | Min | -61,0%    | -8,9%  |
| Comisión Intermediario | Max | 5,6%      | 25,8%  |
|                        | Min | -78,2%    | -14,9% |

Fuente: Elaboración propia. Los retornos positivos significan ganancias marginales de estrategias activas sobre pasivas, y viceversa.

En los periodos al alza se obtienen rentabilidades promedio superiores a las de comprar y mantener, (Ver Tabla 5.10) las cuales se podrían tomar como la prima de riesgo por invertir bajo el esquema de gestión activa en lugar de pasiva.



Teniendo en cuenta que los filtros con los que se obtienen los rendimientos máximos son puntuales y no consistentes en el tiempo, existe el riesgo de tomar valores errados al momento de decidir cuál filtro usar, lo que podría generar rendimientos mínimos del -78,21%.

Por otra parte, los periodos a la baja con plataforma presentan un retorno promedio bastante alto (33,34%), que al indagar sobre su origen se debe principalmente a rentabilidades anuales que obtienen las empresas LAN (8.8%), Endesa (5.6%) y SQMB (24.5%) usando filtros inferiores al 1%, en subperiodos relativamente cortos durante el año 2011; sin embargo al incluir los costes de administración, que sería el escenario de gestionar con intermediario, los resultados del 25,8% solo significan menores pérdidas respecto a la gestión pasiva (Ver Anexo XI.3). En este sentido, los resultados son similares a los obtenidos en Brasil y México.

#### 5.3.4.3. *Random Walk 3 (CL)*

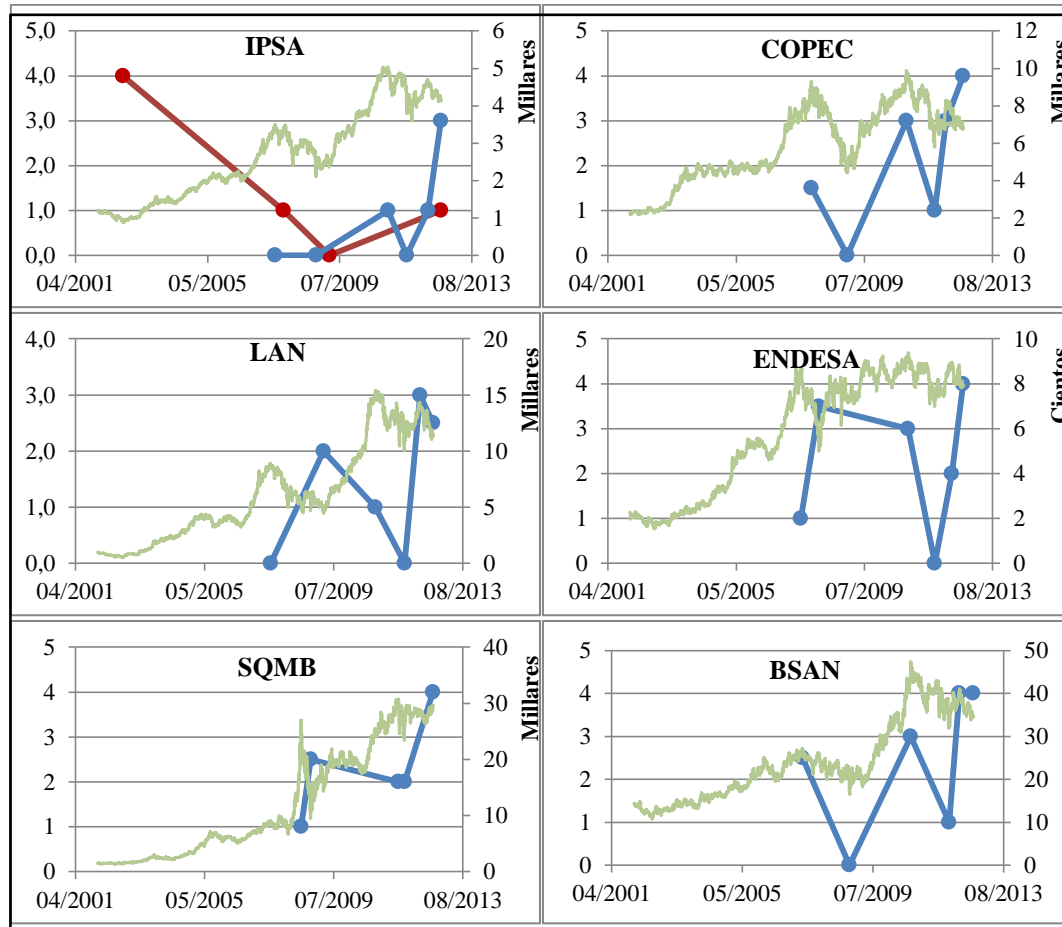
- *Test de Ljung Box*. Para todos los activos se observa una disminución significativa de las autocorrelaciones en el último periodo que corresponde a finales del 2011 hasta agosto de 2012 (Ver Anexo XI.5). Además, Endesa se destaca por presentar aleatoriedad no solamente durante este subperiodo sino que también entre 2007 y 2010.
- *Test de Bartlett*. De los mercados analizados, Chile presenta el mayor número de autocorrelaciones significativas, concentradas en su mayoría en los periodos al alza, siendo el tercer subperiodo (2009 y 2010) el que representa el 55%<sup>57</sup> de las autocorrelaciones de los periodos con esta tendencia. Además se observa que los precios dependen de los días previos (retardos 1, 2, y 3) y de la semana anterior (retardos 7 y 8).

---

<sup>57</sup> Cantidad de Autocorrelaciones significativas, sobre número total de autocorrelaciones.

#### 5.3.4.4. Evaluación conjunta del recorrido aleatorio (CL)

Gráfico 5.18 Evaluación conjunta del recorrido aleatorio Chile.



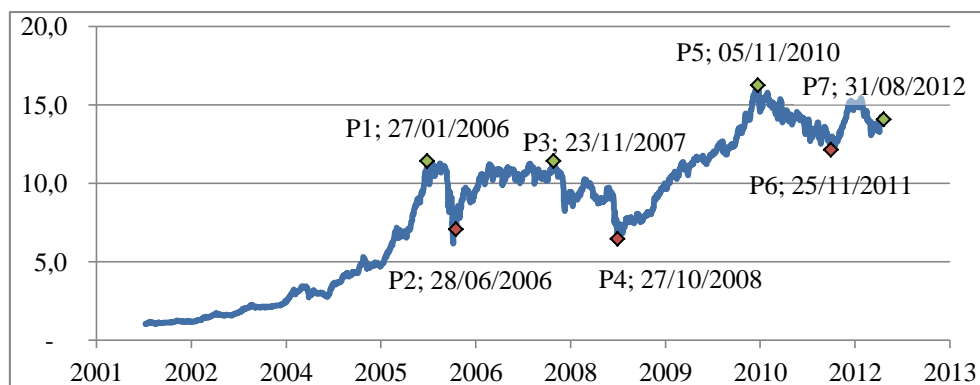
Fuente: Elaboración propia. Serie de precios históricos (Verde), Evaluación conjunta de aleatoriedad S&P500 (Rojo), Evaluación conjunta de aleatoriedad de los activos (Azul)

De acuerdo al Gráfico 5.18 se verifica que en el mercado de Chile la aleatoriedad es relativamente menor con respecto a los demás países analizados, presentando bajos niveles de eficiencia desde 2002 hasta finales del 2011 con un repunte en el último subperiodo correspondiente al año 2012. Para el caso particular de Endesa y BSAN se detectan dos picos de mejoramiento de aleatoriedad, el primero en la mitad del periodo de estudio y el segundo al final de este. Contrario a lo hallado para Brasil y México, en el mercado de Chile, la aleatoriedad aumenta en los periodos al alza y viceversa.

### 5.3.5. Colombia

En el Gráfico 5.19 se presentan los precios diarios del IGBC con las respectivas divisiones por subperiodos.

Gráfico 5.19 Serie de precios diarios del IGBC.



Fuente: Elaboración propia. Precios del IGBC. Periodo 1: 03/01/2002-27/01/2006↑, Periodo 2: 30/1/06-28/6/06↓, Periodo 3: 29/06/2006-23/11/2007↑, Periodo 4: 26/11/2007-27/10/2008↓, Periodo 5: 28/10/2008-05/11/2011↑, Periodo 6: 08/11/2011-25/11/2011↓, Periodo 7: 28/11/2011-31/08/2012↑.

#### 5.3.5.1. Random Walk 1 (COL)

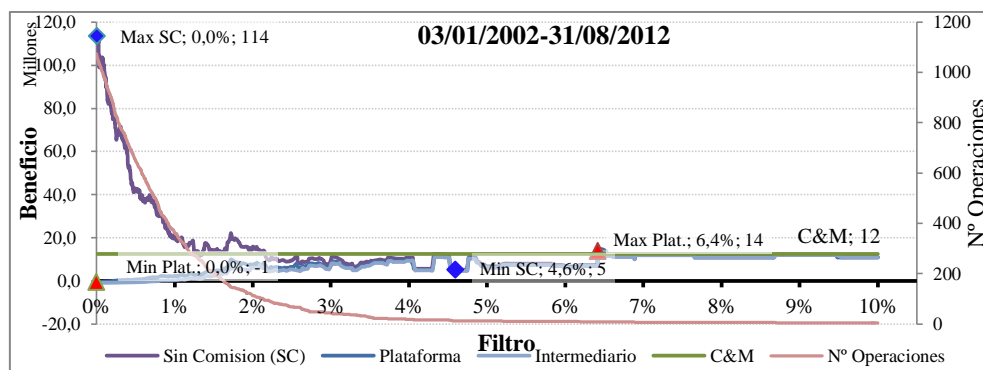
- *Test de Rachas.* Del Anexo XII.1 se observa que para el periodo total solamente se verifica aleatoriedad en los activos Ecopetrol y PREC, debido posiblemente a que estos no cotizan entre 2002 y 2006, periodo en cual no se encuentra aleatoriedad en ninguno de los demás activos. Por otro lado, para el índice solo se observa mejora en su aleatoriedad desde el año 2008 (tres últimos periodos), mientras que en las acciones no se rechaza RW1 desde enero de 2006. En general se halla un incremento de la aleatoriedad en el tiempo para el mercado de Colombia.

- *Test BDS.* Este test detecta estructuras para la mayoría de los subperiodos exceptuando el último y/o penúltimo, queriendo decir que el mercado de Colombia mejora su comportamiento aleatorio a partir del año 2010, se destaca que para Ecopetrol no se verifica aleatoriedad en ninguno de los periodos estudiados (Ver Anexo XII.2).

### 5.3.5.2. Random Walk 2 (COL)

- *Filtros de Alexander*

Gráfico 5.20 Filtros de Alexander en el IGBC.



Fuente: Elaboración propia.

En el Gráfico 5.20 se observa que no es posible obtener beneficios extraordinarios usando la gestión activa en el periodo total del IGBC, así mismo al analizar los subperiodos del índice en los Anexos XII.3 y XII.4 se encuentra que en el rango de filtros entre 0% y 2.5%, se dan los máximos beneficios en todos los subperiodos, sin embargo al descontar las comisiones, estos no superan la estrategia de comprar y mantener.

Tabla 5.11 Retornos anuales marginales de estrategias activas vs pasivas, Colombia.

| Escenario              |     | Tendencia |         |
|------------------------|-----|-----------|---------|
|                        |     | Alza      | Baja    |
| Comisión Plataforma    | Max | 5,61%     | 32,62%  |
|                        | Min | -63,85%   | -7,52%  |
| Comisión Intermediario | Max | 4,55%     | 30,10%  |
|                        | Min | -81,44%   | -10,36% |

Fuente: Elaboración propia. Los retornos positivos significan ganancias marginales de estrategias activas sobre pasivas, y viceversa.

Al analizar los demás activos de Colombia (Ver Anexo XII.4 y Tabla 5.11) se observa que al igual que en los mercados analizados hasta el momento, los filtros de Alexander revelan retornos promedios superiores (5,61%) cuando el mercado

está al alza, sin embargo hay que tener en cuenta que esta rentabilidad se logra asumiendo el riesgo de tomar filtros errados dada su inconsistencia en los diferentes subperiodos. En cuanto a la tendencia a la baja, una vez más se verifica que las rentabilidades del 32,6 y 30,1% de la Tabla 5.11, no significan beneficios adicionales para el inversor sino menores pérdidas comparado con la estrategia C&M. Al desglosar el retorno promedio del 5,6% de negociación con plataforma presentado en la Tabla 5.11 se encuentra que los activos Ecopetrol, PREC, y PFBCOLOM contribuyen con retornos anuales marginales de 11.9%, 41.6% y 21.9%, respectivamente en el último periodo de estudio (Ver Anexo XII.4), dando indicios de dependencia en los precios para estos activos.

#### 5.3.5.3. *Random Walk 3 (COL)*

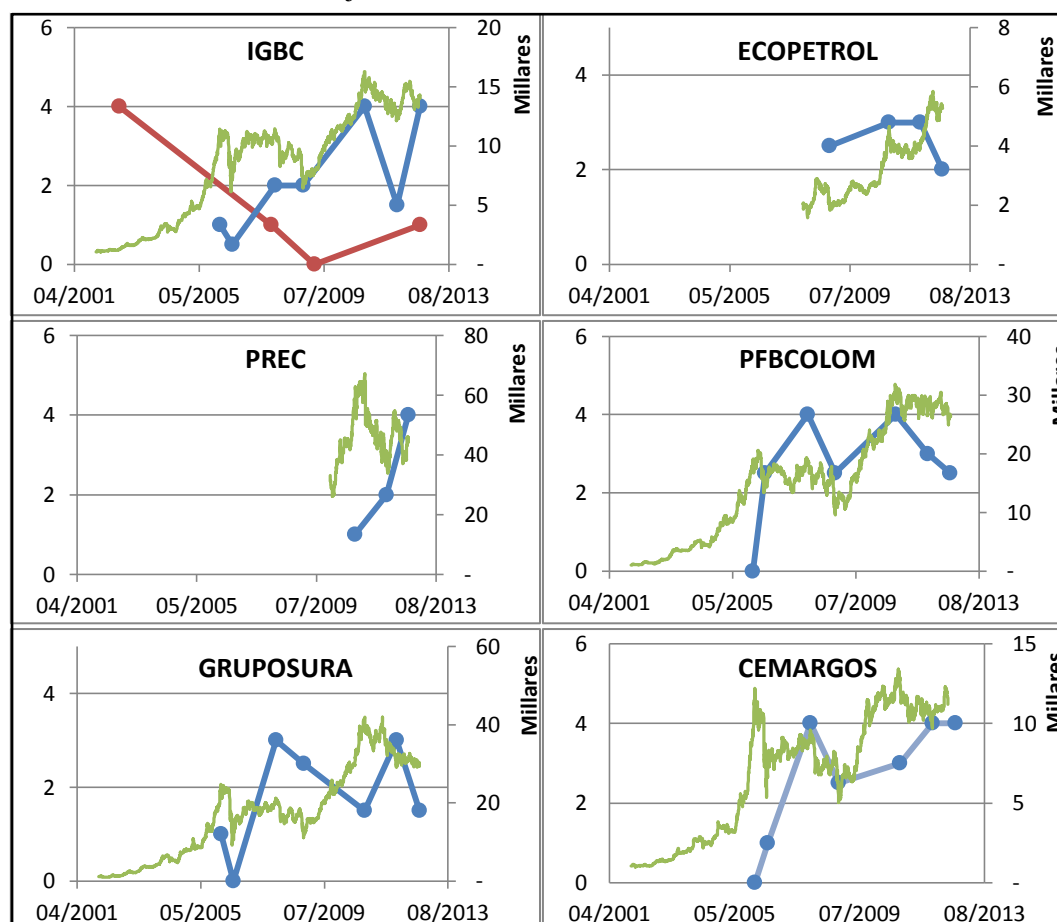
- *Test Ljung Box.* Al analizar la autocorrelación conjunta mediante la prueba Ljung Box (Ver Anexo XII.5) se encuentra que para todos los activos la correlación serial disminuye significativamente a partir del segundo semestre de 2006, con excepción de Gruposura que después de esta fecha presenta dos subperiodos con autocorrelaciones significativas. Se destaca además, que la estructura detectada por la prueba BDS en la serie de Ecopetrol (Anexo XII.2), podría ser de tipo no lineal dado que el test Ljung Box descarta dependencias lineales para todos los periodos de este activo. Por otra parte, al analizar el error tipo II en relación a las tendencias, se observa que en promedio hay mayor aleatoriedad cuando el mercado está a la baja, comportamiento similar al de Brasil y México.

- *Test de Bartlett.* La autocorrelación individual estudiada mediante la prueba de Bartlett indica que la correlación serial disminuye sistemáticamente a lo largo de los diferentes subperiodos, presentando el mayor número de autocorrelaciones significativas en los periodos al alza y en los retardos 1 y 6. Por otro lado, se observa que de noviembre de 2007 a octubre de 2011, no se presenta autocorrelación en ninguno de los activos, periodo que coincide con la entrada de Ecopetrol al mercado bursátil, es decir, pareciera que la llegada de

este nuevo activo a la bolsa de Colombia hubiese originado un incremento de su aleatoriedad, debido posiblemente a la expectativa generada por esta empresa.

#### 5.3.5.4. Evaluación conjunta del recorrido aleatorio (COL)

Gráfico 5.21 Evaluación conjunta del recorrido aleatorio Colombia.



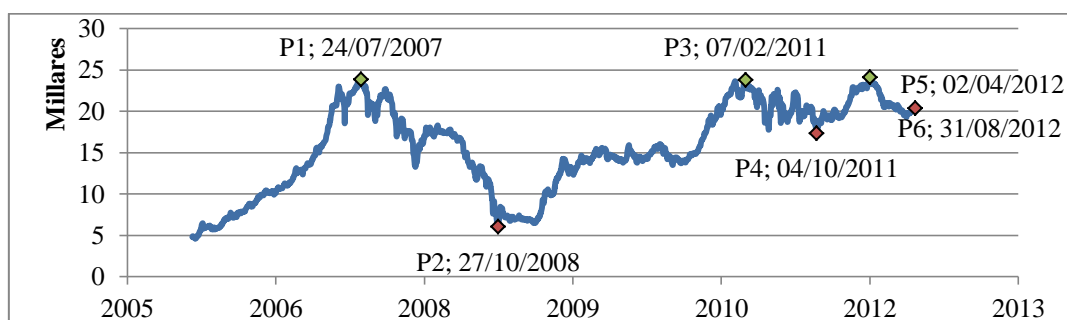
Fuente: Elaboración propia. Serie de precios históricos (Verde), Evaluación conjunta de aleatoriedad S&P500 (Rojo), Evaluación conjunta de aleatoriedad de los activos (Azul)

De acuerdo a los resultados de la evaluación conjunta, presentados en el Gráfico 5.21, se verifica que el mercado bursátil de Colombia (Ver Anexo XII.6) presenta una mejora sistemática de su eficiencia, en los últimos once años coincidiendo con el comportamiento ascendente de los precios de los diferentes activos, a excepción de Ecopetrol, cuya eficiencia final es menor a la inicial. Por otro lado al analizar la relación entre tendencia del mercado y eficiencia se encuentra que ésta es inversa, aunque no tan marcada como en Brasil y México.

De acuerdo a los resultados de las pruebas de recorrido aleatorio (Gráfico 5.21), el activo con mayor nivel y evolución de eficiencia es Cemargos, mientras que los activos Gruposura seguido de Ecopetrol demuestran un menor grado y progreso en su aleatoriedad.

### 5.3.6. Perú

Gráfico 5.22 Serie de precios diarios del IGBVL.



Fuente: Elaboración propia. Precios del IGBC. Periodo 1: 02/01/2002-24/07/2007↑, Periodo 2: 25/07/2007-27/10/2008↓, Periodo 3: 28/10/2008-07/02/2011↑, Periodo 4: 08/02/2011-04/10/2011↓, Periodo 5: 05/10/2011-02/04/2012↑, Periodo 6: 03/04/2012-31/08/2012↓

#### 5.3.6.1. Random Walk 1 (PE)

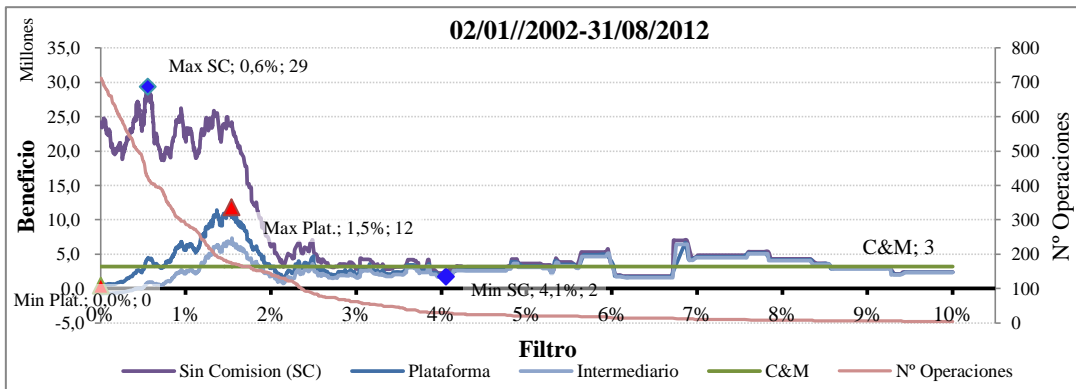
- *Test de Rachas.* De acuerdo a los resultados del test de rachas (Ver Anexo XIII.1) se verifica un mejoramiento del comportamiento aleatorio en todo el periodo de estudio para el mercado peruano, acentuándose en los dos últimos años (2011-2012), siendo los activos CVERDEC1 Y FERREYC1, las acciones con mejor comportamiento aleatorio.
- *Test BDS.* La prueba BDS (Ver Anexo XIII.2) detecta algún tipo de estructura en los activos VOLCABC1, CVERDEC1 y MINSURI1 para todos los periodos estudiados, mientras que para los demás activos identifica comportamientos i.i.d en los dos últimos subperiodos (Oct/11-Ago/12). Además, al igual que en el test de rachas, FERREYC1 es la acción que mejor comportamiento aleatorio demuestra en el periodo de análisis.

En general este test detecta mejoramiento en la aleatoriedad para la mitad de los activos del mercado de Perú, además se observa que en promedio se presenta una aleatoriedad ligeramente mayor en los periodos a la baja.

### 5.3.6.2. *Random Walk 2 (PE)*

- *Filtros de Alexander Perú*

Gráfico 5.23 Filtros de Alexander en el IGBVL.



Fuente: Elaboración propia.

En el Gráfico 5.23 se observa que a diferencia de los otros índices, el IGBVL para el periodo total y el subperiodo a la baja comprendido entre febrero de 2011 y octubre de 2011 (Ver Anexo XIII.4), permite obtener ganancias por encima de comprar y mantener en rangos más amplios, incluso bajo el escenario de comisión con intermediario, reflejando una fuerte dependencia en los precios del índice. No obstante en los demás subperiodos los filtros óptimos son puntuales y además no generan ganancias superiores a las de comprar y mantener, dificultando la ganancia sistemática mediante esta técnica.

Tabla 5.12 Retornos anuales marginales de estrategias activas vs pasivas, Perú.

| Escenario              |     | Tendencia |        |
|------------------------|-----|-----------|--------|
|                        |     | Alza      | Baja   |
| Comisión Plataforma    | Max | 8,99%     | 44,79% |
|                        | Min | -100,84%  | -3,64% |
| Comisión Intermediario | Max | 6,89%     | 38,03% |
|                        | Min | -117,06%  | -7,69% |

Fuente: Elaboración propia. Los retornos positivos significan ganancias marginales de estrategias activas sobre pasivas, y viceversa.



De los cinco países latinoamericanos Perú es el que presenta los mayores retornos marginales promedios anuales aplicando filtros de Alexander, es así como en la Tabla 5.12, se observa que cuando el periodo está al alza se pueden obtener rendimientos marginales del 9 y 6.9% originados principalmente por tres empresas: CVERDEC1, MINSURI1 y CASAGRC1, que experimentaron incrementos en sus precios del orden del 671% (2006-2007), 344% (2008-2011) y 1000% (2006-2007), respectivamente (Ver Anexo XIII.3), como consecuencia del incremento económico originado por el boom de las materias primas como el cobre, el estaño y el petróleo<sup>58</sup>. De forma similar cuando hay tendencia a la baja se presentan rendimientos altos (44.8% y 38%) que en general representan menores pérdidas respecto a la opción de C&M, sin embargo, en empresas como CVERDE1 y MINSURI1 se logran obtener beneficios positivos generados principalmente por fuertes rebotes en el precio del orden de más o menos 11% (Abril a Mayo 2011) que son aprovechados por los filtros de Alexander.

A pesar de que se pueda pensar que usando filtros de Alexander es posible obtener ganancias extraordinarias en el caso de las empresas anteriormente analizadas, es importante resaltar que estos resultados no pueden ser conseguidos sistemáticamente teniendo en cuenta que los filtros para los cuales se obtienen beneficios, son en algunos casos puntuales, iguales a comprar y mantener, varían de periodo a periodo y en el mejor de los casos se obtienen pequeños beneficios marginales, que representan la prima de riesgo de la gestión activa sobre la pasiva.

#### 5.3.6.3. *Random Walk 3 (PE)*

- *Test Ljung Box*. Según el Anexo XIII.5, en los últimos periodos (2011-2012) se evidencia no significancia de la correlación serial para el mercado de Perú, así mismo, en el análisis por tendencias se destaca que la autocorrelación es menor en los periodos a la baja. En general, los resultados de la prueba Ljung

---

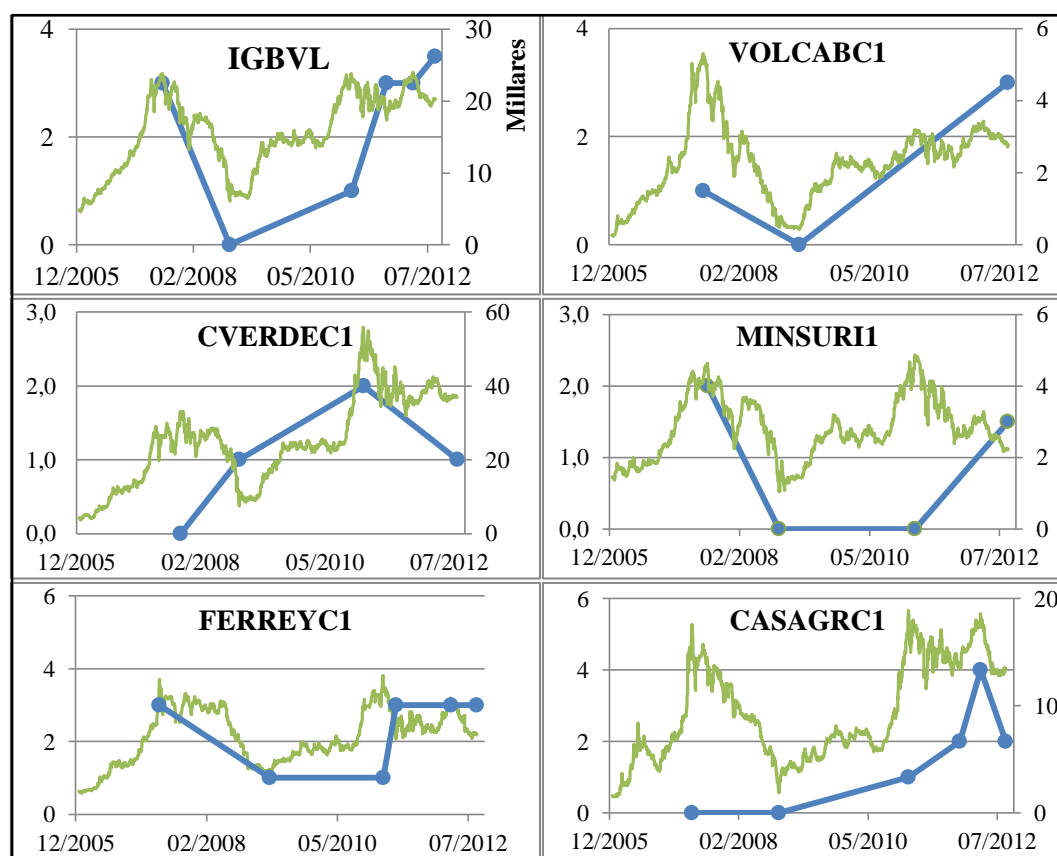
<sup>58</sup> La compañía Casa Grande no produce petróleo pero si un sustituto de este como es el alcohol, el cual se viene mezclando desde ese año, con la gasolina, en algunos países de América Latina.

Box son similares a los obtenidos con el test BDS, lo que indica que las estructuras detectadas por este test en las series financieras de Perú podrían ser de tipo lineal. Al igual que en las pruebas RW1, FERREYC1 es el activo que muestra mayor aleatoriedad.

- *Test de Bartlett.* De los mercados analizados, Perú es el que presenta el mayor número de autocorrelaciones significativas concentradas en los primeros cuatro retardos. Además se ratifica el mejoramiento de la aleatoriedad en el tiempo dado que la mayores autocorrelaciones se presentan en los primeros tres subperiodos. En cuanto al análisis por tendencias se observa que el 54% de las autocorrelaciones significativas se encuentran en los periodos al alza, es decir, según la prueba de Bartlett, el mercado de Perú tiene un comportamiento similar al de Chile, en cuanto a la relación de eficiencia y tendencia del mercado.

#### 5.3.6.4. Evaluación conjunta del recorrido aleatorio (PE)

Gráfico 5.24 Evaluación conjunta del recorrido aleatorio Perú.



Fuente: Elaboración propia. Serie de precios históricos (Verde), Evaluación conjunta de aleatoriedad S&P500 (Rojo), Evaluación conjunta de aleatoriedad de los activos (Azul)

De los resultados del Gráfico 5.24 se puede extraer que en general la aleatoriedad en el mercado de Perú presenta una tendencia de mejora principalmente a partir del año 2011. En cuanto al análisis comparativo entre activos se detecta que CVERDEC1 y MINSURI1 no superan una evaluación de 2 (sobre 5) en comparación con el índice y FERREYC1, que son los activos con mayor aleatoriedad relativa. Con respecto al análisis por tendencias del mercado se detecta una relación directa tal como en el mercado de Chile. Por último, al comparar a Perú con los demás países, es el mercado que presenta la menor aleatoriedad de la región.

#### **5.4. Conclusiones**

##### *Acerca de las tendencias*

- Al definir los puntos de quiebre de tendencia en los diferentes activos se encuentra una gran disparidad, tanto al interior de cada país como entre países, lo cual según Lee, Lee, & Lee (2010) se debe a variables exógenas y endógenas de cada economía y empresa, es así como al analizar las fechas de corte de los subperiodos para los diferentes países, se observan cuatro cambios estructurales de tendencia que coinciden para la mayoría de los activos bajo estudio (Ver ANEXO III) como son:

- *Crisis Subprime:* El cambio de tendencia (a la baja) en octubre y noviembre de 2007 para México y Colombia (Gráfico 5.13 y Gráfico 5.19), está relacionado con el inicio de la crisis de la subprime en EEUU. Mientras que un año después, al profundizarse la crisis en EEUU, se observa que los países latinoamericanos inician un periodo al alza, motivado según Amador & Reyes (2008) por un traslado de capitales de los países desarrollados hacia países emergentes como los latinoamericanos con mejores niveles de rentabilidad.

- *Guerra de divisas:* Como coletazo de la crisis mundial del 2008, en noviembre de 2010 se genera una guerra de divisas entre EEUU y los países asiáticos, que lleva a que las monedas latinoamericanas presenten fuertes

revalorizaciones, provocando reducción de su competitividad en mercados internacionales y deteriorando sus exportaciones representadas principalmente en commodities, lo que en ultimas se refleja en un menor valor de sus empresas, tal como lo dicen Amador & Reyes (2008), generando un cambio de tendencia a la baja del mercado financiero latinoamericano a finales del 2010 e inicios del 2011.

○ *Recesión en países de la UE:* Entre febrero y abril de 2012, se declara oficialmente la recesión de cinco países europeos (Bélgica, Italia, Holanda, España y Reino Unido), donde el desempleo toca niveles récord, que al combinarse con la desaceleración y el aumento del déficit fiscal en Estados Unidos, ocasionan en Latinoamérica la caída de sus mercados, González (2012).

Estos tres eventos que inciden generalizadamente sobre los cambios de tendencias en los mercados latinoamericanos, realmente son el resultado de una crisis financiera extendida a nivel mundial por la interrelación de sus economías que ha generado coletazos sistemáticos a lo largo de los últimos cuatro años, es decir, es un solo problema que ha sido retransmitido a diferentes partes del mundo como consecuencia de reajustes en las economías desarrolladas.

*A partir de las estadísticas básicas.*

- En general se verifica que los mercados latinoamericanos presentan retornos superiores a los del S&P500, lo que se explica teniendo en cuenta el mayor riesgo país que representa la región con respecto a Estados Unidos. En cuanto al comportamiento de la desviación estándar promedio para cada país, se encuentra que México, Chile y Colombia experimentan volatilidades promedio cercanas a la del S&P500, siendo Perú el país que mayor similitud muestra con este índice, mientras que Brasil por el contrario es el mercado que presenta mayor varianza respecto a la del S&P500, motivado posiblemente por inversiones foráneas de corto plazo que buscan rendimientos superiores a los

obtenidos en países desarrollados, produciendo fuertes volatilidades en el mercado. Estos comportamientos pueden ser explicado por los hallazgos de Sarmiento, Duarte, & Mascareñas (2012), en donde mediante la *prueba de Granger*, se verifica la fuerte causalidad del S&P500 sobre Perú, México, Chile y Colombia, mientras que con Brasil la causalidad del índice americano es débil.

- Tanto los activos latinoamericanos como el S&P500 presentan comportamientos asimétricos, alta curtosis y colas pesadas, propiedades no características de una distribución normal, tan es así que al realizar la prueba de bondad de ajuste de los datos empíricos mediante el test Chi-cuadrado se encuentra que las distribuciones teóricas que ocupan el primer lugar de ajuste son: Logistic (76,7%), Log-Logistic (20%) y Normal (3,3%). En cuanto a la distribución Normal se encuentra que ocupa el segundo (53,3%) y tercer (3,3%) lugar de ajuste, resultados que no coinciden con los hallazgos de Bachelier (1900), Kendall (1953), Osborne (1959), y Moore (1962), en el sentido de que los retornos de los activos financieros se aproximan a un comportamiento normal; no obstante otros autores como Mandelbrot (1963b) y Fama & Blume (1965) han observado en mercados desarrollados, características similares a las halladas en el presente trabajo, lo cual haría pensar que los mercados latinoamericanos vienen evolucionado hacia distribuciones como la Logistic y Log-Logistic con alta concentración de sus retornos alrededor de la media, derivado posiblemente por la fuerte competencia entre los agentes del mercado.

- Al analizar las dos distribuciones teóricas que mejor describen los activos financieros de Latinoamérica, se encuentra que las series que se ajustan a la Logistic presentan en su mayoría simetría negativa o cero (82%), mientras que aquellos activos con distribución Log-Logistic muestran sesgo positivo (83%), es decir estas dos distribuciones prevalecen sobre la Normal por captar mejor la asimetría y la leptocurtosis de los datos empíricos, hallazgo que es relevante dado que la asunción de no normalidad en los activos financieros es importante al modelar procesos de volatilidad con memoria de largo plazo, tal como lo resaltan Kang, Cheong, & Yoon (2010).

- El 53% de los activos latinoamericanos presentan retornos medios significativos y mayores a cero, de los cuales un cuarto (FEMSAUBD, GMEXICOB, IGBC y Gruposura) muestran varianzas menores o iguales al promedio, sesgo significativamente negativo y alta curtosis (superior a 8,3); características que podrían hacer atractivos a estos activos, dada su concentración de retornos al lado derecho de la distribución, sin embargo, tal como se verifica mediante los filtros de Alexander, no se encuentra evidencia de que a partir del análisis de los primeros cuatro momentos de estas series sea posible batir el mercado usando la técnica de Alexander.

#### *De la comprobación de la eficiencia débil*

- De los resultados conjuntos de las pruebas de recorrido aleatorio, se extrae que el nivel de eficiencia relativa en orden descendente está dado por México, Brasil, Colombia, Chile y Perú. Categorización que está correlacionada en un 65% con los volúmenes de capitalización bursátil (Ver Tabla 5.1) para los últimos once años en estos cinco mercados. Lo que llevaría a concluir que en la medida en que crece la capitalización de dichos mercados, su eficiencia tiende a mejorar, debido posiblemente al hecho de que ante un incremento de las inversiones en el mercado, aumenta también la rapidez con que la información se incorpora en los precios, generando mayor aleatoriedad en ellos.
- De la investigación se extrae que para los países donde se detectó mayor nivel de eficiencia (México, Brasil y Colombia), la relación entre tendencia y aleatoriedad es inversa, mientras que en los países con menores niveles de eficiencia (Chile y Perú) se verifica una relación directa entre tendencia y aleatoriedad; hallazgo que iría en la misma dirección de lo planteado por Peters (1994), en el sentido de que cuando los inversores de largo plazo detectan variables económicas que cambian sus expectativas de crecimiento del mercado, dejan de participar en él, e inician operaciones de corto plazo, que fuerzan al mercado a caer produciendo un comportamiento más aleatorio en los precios de los activos financieros. Además según Coakley F. A. (2006) en periodos alcistas

los precios presentan desviaciones pronunciadas y duraderas respecto a su valor intrínseco, mientras que en periodos bajistas los precios se mueven hacia su nivel de equilibrio o fundamental, ratificando los hallazgos en el presente trabajo respecto al comportamiento aleatorio de los mercados al alza y a la baja.

- Mediante los diferentes test se verifica no aleatoriedad en el S&P500 para el periodo total de estudio, así como también para el subperiodo (a la baja) que inicia el 10/10/2007 y termina el 9/3/2009<sup>59</sup>, hallazgo que coincide: en primera instancia con el inicio de la crisis económica generada por la subprime en Estados Unidos; en segundo lugar con el mejoramiento de la eficiencia del mercado de México (2007), Brasil (2008), Colombia (2008), Perú (2011) y Chile (2012); y además con el aumento significativo de la capitalización bursátil en los mercados bajo estudio a partir del 2007 (Ver Sección 4.2). Estos tres eventos parecen relacionarse entre sí, en el sentido de que ante el problema estructural presentado en EEUU, los inversionistas optan por la movilización de sus capitales hacia mercados como los latinoamericanos explicando el mejoramiento de su eficiencia en los últimos años, esta misma evolución bursátil es verificada por Yu, Nartea, Gan, & Yao (2013)<sup>60</sup> en los mercados emergentes de Malasia y Tailandia, y por Montagnoli & de Vries (2010) en el mercado del CO<sub>2</sub> en Europa.
- Los resultados del test de Bartlett evidencian que las autocorrelaciones más significativas se presentan principalmente en el primer retardo, seguido por el tercero, cuarto y segundo retardo, lo que indica que en el mercado latinoamericano los retornos podrían ser modelados mediante procesos autorregresivos de primer orden (AR1). Además esta prueba también identifica a Perú y Chile como los países con el mayor número de autocorrelaciones significativas, mientras que Brasil, Colombia y México son los países con menor correlación serial, ratificando lo encontrado con el análisis conjunto.

---

<sup>59</sup> Majumder (2012), manifiesta que la eficiencia de un mercado es un fenómeno de muestra o dependiente de la situación, por tal motivo un mercado eficiente puede ser ineficiente en algunos de sus subperiodos o en otro periodo, por lo tanto no se debería hacer una clasificación de mercados eficientes y no eficientes

<sup>60</sup> Encuentra mejora de la eficiencia en mercados emergentes en los últimos años Malasia y Tailandia.

Mediante el modelo de optimización de algoritmos genéticos en los filtros de Alexander se verifica para Latinoamérica, que el escenario de inversión *sin comisión* ofrece beneficios extraordinarios, pero al incluir los costes por trading, ya sea mediante plataforma o intermediario financiero, los beneficios no son mejores que la estrategia de comprar y mantener, tal como también es comprobado en el mercado chino por Chong, Lam, & Yan (2012). Además, se observa que para algunos activos en periodos al alza, esta técnica permite obtener beneficios superiores a la estrategia Comprar y Mantener, sin embargo los filtros óptimos se caracterizan por ser valores puntuales e inconsistentes en los diferentes subperiodos; propiedades que dificultan la elección del filtro a usar con el fin de obtener beneficios sistemáticos hacia el futuro, implicando un alto riesgo de tomar un valor porcentual que pueda generar grandes pérdidas, tal como se demostró para cada mercado<sup>61</sup>. Por otro lado, pareciera que en subperiodos a la baja, la técnica de Alexander diera excelentes rendimientos marginales, aunque realmente no se trata de mayores beneficios sino de menores pérdidas con relación a *Comprar y Mantener*; por consiguiente en periodos a la baja la mejor opción sería desinvertir o acudir a activos refugio. Por último, Perú es el único país donde tres de sus activos (CASAGRC1, CVERDEC1 y MINSURI1) producen márgenes extraordinarios mediante el uso de filtros, al indagar sobre su origen se encuentra que dicha ganancia es causada por la fuerte variación de sus precios, durante el mes de abril del año 2006, como consecuencia del crecimiento económico de este país, originado por el boom de las materias primas como el cobre, el estaño y el petróleo, a pesar de esto, se enfatiza en que dichos filtros no son fácilmente predecibles a la hora de usar esta estrategia en la inversión bursátil, ya que al utilizar las mismas reglas en diferentes períodos de tiempo, el criterio a menudo no funciona, tal como es verificado por Fritsche (2001).

---

<sup>61</sup> Ver secciones 5.3.1.2 para Estados Unidos, 5.3.2.2 para Brasil, 5.3.3.2 para México, 5.3.4.2 para Chile, 5.3.5.2 para Colombia y 5.3.6.2 para Perú.



- Al comparar los resultados obtenidos mediante la prueba de rachas y el test BDS, se observa que el primer estadístico tiende a no rechazar la hipótesis i.i.d, mientras que el test BDS la rechaza con mayor frecuencia, lo cual llevaría a pensar que cuando la serie no es aleatoria la prueba de rachas detecta mejor su comportamiento, mientras que cuando el test BDS encuentra aleatoriedad en un activo es porque este sigue un recorrido aleatorio, de ahí que se haya preferido la evaluación de la eficiencia de los mercados latinoamericanos mediante ambas pruebas, dada su complementariedad.

## **6. CONCLUSIONES**

- 6.1 Conclusiones de la revisión de la literatura
- 6.2 Conclusiones de la investigación empírica
- 6.3 Conclusión fundamental
- 6.4 Líneas de investigación futuras

## **6. CONCLUSIONES**

### **6.1 Conclusiones de la revisión de la literatura**

De los trabajos de investigación consultados en los últimos 15 años se desprende que:

1. La forma débil de eficiencia del mercado es la más contrastada concordando con lo postulado por Grossman & Stiglitz (1980) quienes cuestionan la eficiencia fuerte mas no la semifuerte y débil, argumentando que ninguno de los agentes del mercado está dispuesto a pagar por información privilegiada costosa y por tal motivo ésta nunca es reflejada en los precios de los activos, tal como lo plantean Uribe & Ulloa (2011).
2. De las diferentes metodologías utilizadas para contrastar la eficiencia débil del mercado, el recorrido aleatorio es el concepto al que se acude en la mayoría de los casos con un 59,1% de las pruebas analizadas, en sus versiones RW1 (11,3%), RW2 (17,6%) y RW3 (30,2%).
3. El 60% de los trabajos de eficiencia débil niegan la hipótesis de mercados eficientes, mientras que el 35% la apoyan y solo en el 5% de la literatura consultada se encuentra una mejora de la eficiencia; estos trabajos están concentrados, principalmente, en los mercados asiáticos, en los cuales se argumenta que las posibles causas de su mejoramiento se debe a factores como:
  - i. Las reformas económicas dirigidas a liberar los mercados, que llevan a una mayor liquidez y capitalización, incluso antes de la implementación de la respectiva reforma como es verificado por Kawakatsu & Morey (1999). Ejemplos de esta mejora de eficiencia son verificados en el mercado de China y Tailandia.
  - ii. Mayor velocidad informacional facilitada por la internet, verificado por Lee, Park, Jo, Yang, & Moon (2009) en el mercado de Corea y Estados Unidos desde 1983 hasta 2006.
  - iii. Introducción de nuevos productos financieros como las opciones y los futuros, verificado por Mazouz & Bowe (2006) y Kasman & Kasman (2008)

en los mercados de Londres (LSE) y Turquía (ISE); según Salm & Schuppli (2010) estos productos financieros ofrecen información anticipada a bajo coste de los precios spot, contribuyendo con la mejora de la eficiencia de los respectivos mercados.

iv. Correcciones de asimetrías como resultado de periodos post-crisis económicas y bursátiles, como la experimentada en Asia después de 1997 [Lim, Brooks, & Kim (2008)].

4. Diferentes trabajos de investigación se contradicen en cuanto a la eficiencia de un mismo mercado, principalmente en países desarrollados, lo que no es de extrañar teniendo en cuenta que según las circunstancias de una economía los mercados pueden llegar a ser eficientes en ciertos periodos y no serlo en otros, lo cual está en la misma dirección de lo planteado por Majumder (2012), quien destaca que un mercado bursátil puede estar moviéndose entre eficiente y no eficiente debido a reacciones irracionales (optimista o pesimista) de inversores que llevan a cabo estrategias de inversión colectivas (efecto manada) motivados *movimientos de mercado*, generando asimetrías en los precios de los activos financieros.

5. El mercado norteamericano ocupa el primer lugar en la contrastación de su eficiencia, originado principalmente por dos razones, la primera por ser el mercado bursátil de mayor relevancia a nivel mundial y en segundo lugar por el hecho de que buena parte de los trabajos de investigación toman a Estados Unidos como referente en la contrastación de la eficiencia relativa de sus mercados.

## **6.2 Conclusiones de la investigación empírica**

1. Al definir los subperiodos por tendencias, se encuentra que tres eventos trascendentales a nivel mundial han marcado los cambios de tendencia en los mercados latinoamericanos:

i. *Crisis Subprime*: Entre octubre y noviembre de 2007 se presenta un cambio de tendencia a la baja en las series financieras de Colombia y México, que

está relacionado con el inicio de la crisis de la subprime en EEUU. Mientras que en septiembre y octubre de 2008, al profundizarse la crisis en EEUU, se genera un cambio de tendencia al alza en los países latinoamericanos, motivado según Amador & Reyes (2008) por un traslado de capitales de los países desarrollados hacia países emergentes como los latinoamericanos con mejores niveles de rentabilidad.

- ii. *Guerra de divisas:* En noviembre de 2010 se genera una guerra de divisas entre EEUU y los países asiáticos, como coletazo de la crisis mundial del 2008, llevando a que las monedas latinoamericanas presenten fuertes revalorizaciones, provocando reducción de su capacidad competitiva en mercados internacionales y deteriorando sus exportaciones, lo que en ultimas se refleja en un menor valor de sus compañías, tal como lo resaltan Amador & Reyes (2008), generando un cambio de tendencia a la baja del mercado financiero latinoamericano a finales del 2010 e inicios del 2011.
- iii. *Recesión en países de la UE:* Entre febrero y abril de 2012, es declarada oficialmente la recesión en cinco países europeos (Bélgica, Italia, Holanda, España y Reino Unido), donde el desempleo toca niveles récord, que al combinarse con la desaceleración y el aumento del déficit fiscal en Estados Unidos, ocasionan en Latinoamérica la caída de sus mercados, González (2012).

Sin embargo estos tres eventos no son independientes entre sí, ya que en realidad son el resultado de una crisis financiera extendida a nivel mundial, debido a la interrelación económica entre países (principalmente desarrollados), que ha generado coletazos con cierto retardo en los últimos cuatro años.

2. Del análisis de las estadísticas básicas se desprende que los retornos de los mercados latinoamericanos bajo estudio presentan distribuciones asimétricas, leptocurticas y de colas pesadas, características no propias de una distribución normal, comportamiento que es verificado inicialmente con el test de normalidad Jarque Bera y ratificado mediante la prueba Chi-cuadrado, a partir de la cual se encuentra que las series financieras latinoamericanas se ajustan en primer lugar a

la distribución Logistic (76,7%), seguida por la Log-Logistic (20%), ocupando la Normal el tercer lugar con un (3,3%) en mejor ajuste. Estos resultados están en la misma dirección de los hallazgos presentados en los mercados desarrollados, lo que querría decir que las principales bolsas bursátiles de Latinoamérica se están aproximando al perfil de este tipo de mercados, dando indicios de una posible mejora en su eficiencia, teniendo en cuenta que las investigaciones analizadas en la literatura evidencian que se presenta una mayor eficiencia en los mercados desarrollados.

3. De los test estadísticos para verificar la aleatoriedad en los mercados bajo estudio, se extrae que el nivel de eficiencia relativa en orden descendente está dado por México, Brasil, Colombia, Chile y Perú. Categorización que está altamente correlacionada con los volúmenes de capitalización bursátil presentados en la región en los últimos once años, a partir de lo cual se extrae que capitalización bursátil y eficiencia de mercado son, en este caso, directamente proporcionales.

4. Además en los tres países con mayor nivel de eficiencia (México, Brasil y Colombia) se encuentra que la relación entre tendencia del mercado y aleatoriedad es inversa, es decir, en tendencias a la baja los mercados presentan mayor aleatoriedad que al alza, por el contrario, en los dos países que se verifica menor eficiencia (Chile y Perú), se presenta mayor aleatoriedad cuando la tendencia es al alza que cuando es a la baja. Hallazgos que van en la misma dirección a lo planteado por Peters (1994) y Coakley F. A. (2006), quienes respaldan la premisa de que los mercados deberían ser más eficientes a la baja que al alza.

5. Por último las diferentes pruebas de aleatoriedad conjuntas (Test de Rachas, BDS, Filtros de Alexander, Test Ljung-Box e Intervalo de Bartlett) demuestran que el mercado bursátil de EEUU es poco eficiente para el periodo bajo estudio, lo cual podría ser consecuencia del hecho de que ante problemas estructurales en Estados Unidos, los inversionistas han optado por movilizar sus capitales hacia mercados como los latinoamericanos, originando en estos últimos

el mejoramiento de su eficiencia, tal como ha sido verificado por Yu, Nartea, Gan, & Yao (2013) y Montagnoli & de Vries (2010) en otros mercados.

## **5.1 Conclusión fundamental**

De los resultados de la investigación se extrae que en general las cinco principales economías latinoamericanas estudiadas han experimentado una mejora de su eficiencia del mercado en los últimos años, al matizar este mejoramiento se verifica que es mayor la eficiencia de los mercados de México, Brasil y Colombia a partir de los años 2007 y 2008, mientras que en Chile y Perú el incremento de su eficiencia se detecta a partir del 2011 y 2012 respectivamente. Es decir, desde el punto de vista de la *madurez* de la eficiencia del mercado, los tres primeros países han experimentado un mayor periodo de aleatoriedad en sus activos, sin que ello demerite la evolución positiva hacia la transparencia bursátil en los mercados de Chile y Perú. Este hallazgo de mejora en la eficacia del mercado es congruente con el verificado a finales de la década de los noventa en los mercados asiáticos por autores como Kawakatsu & Morey (1999) y Lee, Park, Jo, Yang, & Moon (2009), lo que querría decir que Latinoamérica está recorriendo un camino similar al de los países orientales hace 15 años en cuanto a la eficiencia de sus mercados se refiere. En los estudios de Mazouz & Bowe (2006); Kasman & Kasman (2008) y Lim, Brooks, & Kim (2008); los autores identifican como causas del mejoramiento de la eficiencia de los mercados bursátiles a varios factores, entre ellos: las aperturas económicas; la introducción al mercado de nuevos activos financieros como las opciones y futuros; el mayor flujo de la información debido al auge de la internet; las correcciones de asimetrías del mercado motivadas por crisis económicas sufridas por los países orientales en 1997. Sin embargo para el caso de Latinoamérica estos factores no son los responsables del reciente comportamiento aleatorio de sus mercados, es claro que el crecimiento de la inversión directa extranjera a partir del 2007 [CEPAL (2011)], motivado por dos sinergias positivas para la región, como son en primera instancia las inversiones en infraestructura y explotación de materias primas por parte de países como Estados Unidos, Países Bajos, China, Canadá, y España, y en segundo lugar por la movilización de

capitales desde las económicas desarrolladas hacia mercados emergentes como consecuencia de la crisis económica originada en los Estados Unidos en noviembre de 2007.

## **5.2 Líneas de investigación futuras**

- Al concluir el presente trabajo queda la inquietud de investigar sobre el papel que deben cumplir los agentes reguladores del mercado con miras a responder la pregunta, ¿Cuál es el nivel de control “*adecuado*” que se debe ejercer sobre los mercados para que en ellos se pueda cumplir con su principal función como es la de transferir fondos y riesgos entre agentes, sin caer en camisas de fuerza legales, pero tampoco el propiciar por omisión del estado excesos que generen crisis financieras?
- Teniendo en cuenta que de la presente investigación se deduce que las aperturas económicas y bursátiles de los mercados son una de las causas del mejoramiento de la eficiencia de los mercados, sería interesante evaluar cuál de las dos principales formas de apertura de los mercados es más conveniente para un país: por un lado, siguiendo la doctrina de “Shock” defendida por Friedman & Friedman (1980), o por el contrario mediante una apertura gradual y selectiva de la economía y de los mercados bursátiles, tal como lo ha llevado a cabo China en las últimas décadas.



## BIBLIOGRAFÍA

- Ahmed, E., Barkley Rosser Jr., J., & Uppal, J. Y. (1999). Evidence of nonlinear speculative bubbles in pacific-rim stock markets. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 39(1), 21-36.
- Akerlof, G. (1970). The Market for "Lemons": Quality Uncertainty and the Market Mechanism. 84(3), 488-500.
- Al Janabi, M. A., Hatemi-J, A., & Irandoust, M. (2010). An empirical investigation of the informational efficiency of the GCC equity markets: Evidence from bootstrap simulation. *International Review of Financial Analysis*, 19(1), 47-54.
- Alagidede, P. (2011). Return behaviour in Africa's emerging equity markets. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 51(2), 133-140.
- Alexeev, V., & Tapon, F. (2011). Testing weak form efficiency on the Toronto Stock Exchange. *Journal of Empirical Finance*, 18(4), 661-691.
- Al-Hajieh, H., Redhead, K., & Rodgers, T. (2011). Investor sentiment and calendar anomaly effects: A case study of the impact of Ramadan on Islamic Middle Eastern markets. *Research in International Business and Finance*, 25(3), 345-356.
- Alvarez, J., & Escarela, R. (2010). Time-dependent correlations in electricity markets. *Energy Economics*, 32(2), 269-277.
- Amador, O. A., & Reyes, J. (Julio-Agosto de 2008). América Latina ante la crisis hipotecaria de Estados Unidos. Un primer atisbo de la coyuntura. *Economía Informa*, 353, 22-38.
- Ammermann, P. A., & Patterson, D. M. (2003). The cross-sectional and cross-temporal universality of nonlinear serial dependencies: Evidence from world stock indices and the Taiwan Stock Exchange. *Pacific-Basin Finance Journal*, 11(2), 175-195.
- Ansari, T., Kumar, M., Shukla, A., Dhar, J., & Tiwari, R. (2010). Sequential combination of statistics, econometrics and Adaptive Neural-Fuzzy Interface for stock market. *Expert Systems with Applications*, 37(7), 5116-5125.
- Appiah-Kusi, J., & Menyah, K. (2003). Return predictability in African stock markets. *Review of Financial Economics*, 12(3), 247-270.
- Aragonés, J. R., & Mascareñas, J. M. (1994). La eficiencia y el equilibrio en los mercados de capital. *Análisis Financiero*, 64, 76-89.

- Atteberry, W. L., & Swanson, P. E. (1997). Equity market integration: The case of North America. *The North American Journal of Economics and Finance*, 8(1), 23-37.
- Bachelier, L. (1900). *Teoria de la especulación*.
- Banco Mundial. (Abril de 2012). *Latinoamérica hace frente a la volatilidad, El lado oscuro de la Globalización*. Recuperado el 12 de Octubre de 2012, de El Banco Mundial:  
[http://siteresources.worldbank.org/LACINSPANISHEXT/Resources/Spring\\_Meetings\\_Report\\_\\_Spanish\\_Web.pdf](http://siteresources.worldbank.org/LACINSPANISHEXT/Resources/Spring_Meetings_Report__Spanish_Web.pdf)
- Barnett, W. A., Gallant, A. R., Hinich, M. J., Jungeilges, J. A., Kaplan, D. T., & Jensen, M. J. (1997). A single blind controlled competition among tests for nonlinearity and chaos. *Journal of Econometrics*, 82(1), 157-192.
- Bartlett, M. S. (1946). On the Theoretical Specification of Sampling Properties of Autocorrelated Time series. *Journal of the Royal Statistical Society*, 27, 27-41.
- Bastos, J. A., & Caiado, J. (2011). Recurrence quantification analysis of global stock markets. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 390(7), 1315-1325.
- Bekiros, S. D. (2010). Fuzzy adaptive decision-making for boundedly rational traders in speculative stock markets. *European Journal of Operational Research*, 202(1), 285-293.
- Bley, J. (2011). Are GCC stock markets predictable? *Emerging Markets Review*, 12(3), 217-237.
- Box, G. E., & Pierce, D. A. (1970). Distribution of Residual Autocorrelations in Autoregressive-Integrated Moving Average Time Series Models. *Journal of the American Statistical Association*, 65, 1509-1526.
- Box, G. E., Jenkins, G. M., & Reinsel, G. C. (1994). *Time Series Analysis: Forecasting and Control* (Tercera ed.). Prentice Hall (Englewood Cliffs, N.J.).
- Brock, W. A., Decher, W., & Scheinkman, J. (1987). A test for independence based on the correlation dimension. *University of Wisconsin at Madison*.
- Brock, W. A., Dechert, W. D., Scheinkman, J. A., & LeBaron, B. (1996). A test for independence based on the correlation dimension. *Econometric Reviews*, 15(3), 197-235.
- Brock, W., Lakonishok, J., & LeBaron, B. (1992). Simple Technical Trading Rules and the Stochastic: Properties of Stock Returns. *Journal of Finance*, 47(5), 1731-1764.

- Buguk, C., & Wade Brorsen, B. (2003). Testing weak-form market efficiency: Evidence from the Istanbul Stock Exchange. *International Review of Financial Analysis*, 12(5), 579-590.
- Busse, J., & Clifton, T. (2002). Market efficiency in real time. *Journal of Financial Economics*, 65(3), 415-437.
- Cajueiro, D., & Tabak, B. (2004). Evidence of long range dependence in Asian equity markets: the role of liquidity and market restrictions. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 342(3-4), 656-664.
- Campbell, J. Y., Lo, A. W., & Mackinley, A. C. (1997). *The Econometric Of Financial Markets* (Vol. I). Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- Caraiani, P. (2012). Nonlinear dynamics in CEE stock markets indices. *Economics Letters*, 114(3), 329-331.
- Cardano, G. (1565). *Liber de Ludo Aleae (The Book on Games of Chance)*. (R. a. Holt, Trad.) New York.
- CEPAL. (Junio de 2011). *La inversión extranjera directa en América Latina y el Caribe 2010*. (N. Unidas, Ed.) Recuperado el 23 de Septiembre de 2011, de Comisión Económica para América Latina y el Caribe: [http://www.cepal.org/publicaciones/xml/9/43289/2011-322-LIE-2010-WEB\\_ULTIMO.pdf](http://www.cepal.org/publicaciones/xml/9/43289/2011-322-LIE-2010-WEB_ULTIMO.pdf)
- Chan, K., McQueen, G., & Thorley, S. (1998). Are there rational speculative bubbles in Asian stock markets? *Pacific-Basin Finance Journal*, 6(1-2), 125-151.
- Chan, W., Lo, H., & Cheung, S. (1999). Return transmission among stock markets of Greater China. *Mathematics and Computers in Simulation*, 48(4-6), 511-518.
- Chang, E. J., Lima, E. J., & Tabak, B. M. (2004). Testing for predictability in emerging equity markets. *Emerging Markets Review*, 5(3), 295-316.
- Charles, A. (2010). The day-of-the-week effects on the volatility: The role of the asymmetry. *European Journal of Operational Research*, 202(1), 143-152.
- Chauvet, M., & Potter, S. (2000). Coincident and leading indicators of the stock market. *Journal of Empirical Finance*, 7(1), 87-111.
- Chen, C. W., Gerlach, R., & Liu, F.-C. (2011). Detection of structural breaks in a time-varying heteroskedastic regression model. *Journal of Statistical Planning and Inference*, 141(11), 3367-3381.

- Chen, C. W., Huang, C. S., & Lai, H. W. (2009). The impact of data snooping on the testing of technical analysis: An empirical study of Asian stock markets. *Journal of Asian Economics*, 20(5), 580-591.
- Chen, S.-H., & Yeh, C.-H. (1997). Toward a computable approach to the efficient market hypothesis: An application of genetic programming. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 21(6), 1043-1063.
- Cheng, H.-M., & Ying, K.-C. (2009). Testing the significance of solar term effect in the Taiwan stock market. *Expert Systems with Applications*, 36( 3, Part 2), 6140-6144.
- Chong, T. T.-L., Lam, T.-H., & Yan, I. K.-M. (2012). Is the Chinese stock market really inefficient? *China Economic Review*, 23(1), 122-137.
- Chow, G. C. (Julio de 1960). Tests of Equality Between Sets of Coefficients in Two Linear Regressions. *Econometrica*, 28(3), 591-605.
- Chuang, W.-I., Liu, H.-H., & Susmel, R. (2012). The bivariate GARCH approach to investigating the relation between stock returns, trading volume, and return volatility. *Global Finance Journal*, 23(1), 1-15.
- Coakley, F. A. (2006). Valuation ratios and price deviations from fundamentals. *Journal of Banking & Finance*, 30(8), 2325-2346.
- Coakley, J., & Fuertes, A.-M. (2006). Valuation ratios and price deviations from fundamentals. *Journal of Banking & Finance*, 30(8), 2325-2346.
- Couillard, M., & Davison, M. (2005). A comment on measuring the Hurst exponent of financial time series. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 348, 404-418.
- Cowles, A. (1933). Can Stock Market forecasters forecast? *Econometrica*, 1, 309-324.
- Cowless, A. (1944). Stock Market Forecasting. *Econometrica*, 12, 206-214.
- Day, T. E., & Wang, P. (2002). Dividends, nonsynchronous prices, and the returns from trading the Dow Jones Industrial Average. *Journal of Empirical Finance*, 9(4), 431-454.
- Dechert, W. (1988). A Characterization Of Independence Fo A Gaussian Process In Terms Of The Correlation Integral. *Working papers 8812, Wisconsin Madison - Social Systems*.
- Del Villar, R., Murillo, J., & Backal, D. (1998). La Crisis Financiera En Asia: Orígenes y Evolución en 1997 y 1998. *Dirección General de Investigación Económica. Banco de México*, 42.

- Delfiner, M. T. (2002). Comportamiento de los Precios de las Acciones en el Mercado Bursátil Argentino (Un Estudio Comparativo). *UCEMA-Working Papers, Universidad del CEMA*, 215.
- DePenya, F. J., & Gil-Alana, L. A. (2007). Serial correlation in the Spanish Stock Market. *Global Finance Journal*, 18(1), 84-103.
- Dicle, M. F., Beyhan, A., & Yao, L. J. (2010). Market efficiency and international diversification: Evidence from India. *International Review of Economics & Finance*, 19(2), 313-339.
- Dicle, M., & Levendis, J. (2011). Greek market efficiency and its international integration. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 21(2), 229-246.
- Dionisio, A., Menezes, R., & Mendes, D. A. (2004). Mutual information: a measure of dependency for nonlinear time series. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 344(1-2), 326-329.
- Doyle, J., & Chen, C. (2012a). A multidimensional classification of market anomalies: Evidence from 76 price indices. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 22(5), 1237-1257.
- Doyle, J., & Chen, C. (2012b). Patterns in stock market movements tested as random number generators. *European Journal of Operational Research*.
- Easley, D., Kiefer, N., & O'Hara, M. (1997). The information content of the trading process. *Journal of Empirical Finance*, 4(2-3), 159-186.
- Edwards, S., & Susmel, R. (2001). Volatility dependence and contagion in emerging equity markets. *Journal of Development Economics*, 66(2), 505-532.
- Ellis, C., & Parbery, S. (2005). Is smarter better? A comparison of adaptive, and simple moving average trading strategies. *Research in International Business and Finance*, 19(3), 399-411.
- Eom, C., Choi, S., Oh, G., & Jung, W.-S. (2008). Hurst exponent and prediction based on weak-form efficient market hypothesis of stock markets. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 387(18), 4630-4636.
- Esfahanipour, A., & Mousavi, S. (2011). A genetic programming model to generate risk-adjusted technical trading rules in stock markets. *Expert Systems with Applications*, 38(7), 8438-8445.
- Fama, E. (1965a). The Behavior of Stock Market Prices. *The Journal of Business*, 38, 34-105.

- Fama, E. (1965b). Random Walks in Stock Market Prices. *Financial Analysts Journal*, 21, 55-59.
- Fama, E. (1970). Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. *Journal Of Finance*, 25, 383-417.
- Fama, E. (1991). Efficient Capital Markets:II. *The Journal of Finance*, 46(5), 1575-1617.
- Fama, E. (1998). Market Efficiency, Long-term Returns, and Behavioral Finance. *Journal of Financial Economics*(283-306.), 283-306.
- Fama, E. (15 de Febrero de 2010). *My Life in Finance*. Recuperado el 15 de Octubre de 2011, de Social Science Research Network: [http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=1553244](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1553244)
- Fama, E., & Blume, M. E. (1965). Filter Rules and Stock Market Trading. *Journal of Business*, 39, 226.
- Fernández Rodríguez, F., & González, C. (2000). Optimización De Reglas Técnicas En El IGBM Usando Algoritmos Genéticos. *Anales de Economía Aplicada*. Oviedo: ASEPELT-España.
- Fernández Rodríguez, F., Sosvilla Rivero, S., & Dolores García, M. (1999). Dancing with bulls and bears: Nearest-neighbour forecasts for the Nikkei index. *Japan and the World Economy*, 11(3), 395-413.
- Fernandez, V. (2010). Commodity futures and market efficiency: A fractional integrated approach. *Resources Policy*, 35(4), 276-282.
- Ferreira, E., & Brooks, L. (1999). Evidence on equity private placements and going-out-of-business information release. *Journal of economics and business*, 51(5), 377-394.
- Fifield, S. G., & Jetty, J. (2008). Further evidence on the efficiency of the Chinese stock markets: A note. *Research in International Business and Finance*, 22(3), 351-361.
- FMI. (Mayo de 2010). *Perspectivas Economicas; Las Américas - Aprovechando el viento a favor*. Recuperado el Junio de 2010, de International Monetary Fund: <http://www.imf.org/external/spanish/pubs/ft/reo/2010/whd/wreo0510s.pdf>
- Freitas, F. D., De Souza, A. F., & de Almeida, A. R. (2009). Prediction-based portfolio optimization model using neural networks. *Neurocomputing*, 72(10-12), 2155-2170.

- French, K. R. (1980). Stock Returns and the Weekend Effect. *Journal of Financial Economics*, 55-69.
- Friedman, M., & Friedman, R. (1980). *Free to choose*. (C. R. Pujol, Trad.) Nueva York: Ediciones Orbis S.A. .
- Fritsche, A. (2001). The distribution of realized returns from moving average trading rules with application to Canadian stock market data. En A. Fritsche, J. Knight, & S. Satchell (Edits.), *Return Distributions in Finance* (págs. 276-306). Oxford: Butterworth-Heinemann .
- Gaunt, C. (2000). Overreaction in the Australian equity market: 1974–1997. *Pacific-Basin Finance Journal*, 8(3–4), 375-398.
- Gençay, R. (1998). The predictability of security returns with simple technical trading rules. *Journal of Empirical Finance*, 5(4), 347-359.
- Gibson, G. (1889). *The Stock Markets of London, Paris and New York*. New York: G.P. Putnam.
- Granger, C. (1992). Forecasting stock market prices: Lessons for forecasters. 8(1), 3-13.
- Groenewold, N., Kan Tang, S. H., & Wu, Y. (2003). The efficiency of the Chinese stock market and the role of the banks. *Journal of Asian Economics*, 14(4), 593-609.
- Groenewold, N., Kan Tang, S. H., & Wu, Y. (2008). The profitability of regression-based trading rules for the Shanghai stock market. *International Review of Financial Analysis*, 17(2), 411-430.
- Grossman, S., & Stiglitz, J. (1980). On the Impossibility of Informationally Efficient Markets. 70(3), 393-408.
- Gu, G.-F., Ren, F., Ni, X.-H., Chen, W., & Zhou, W.-X. (2010). Empirical regularities of opening call auction in Chinese stock market. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 389(2), 278-286.
- Guardia, G. (2005). Eficiencia y Gobierno Corporativo en los Mercados de valores latinoamericanos. *CESLA - Pontificia Universidad Católica de Perú*.
- Gupta, R., & Modise, M. P. (2013). Macroeconomic Variables and South African Stock Return Predictability. *Economic Modelling*, 30, 612-622.
- Harvey, C., & Viscanta, T. (1997). What matters for emerging markets investments?. *Emerging Markets Quarterly*, 17-26.

- Hassani, H., Xu, Z., & Zhigljavsky, A. (2011). Singular spectrum analysis based on the perturbation theory. *Nonlinear Analysis: Real World Applications*, 12(5), 2752-2766.
- Hatgioannides, J., & Mesomeris, S. (2007). On the returns generating process and the profitability of trading rules in emerging capital markets. *Journal of International Money and Finance*, 26(6), 948-973.
- Herrera, M. J., & Lockwood, L. J. (1994). The size effect in the Mexican stock market. *Journal of Banking & Finance*, 18(4), 621-632.
- Hess, M. (2003). What drives Markov regime-switching behavior of stock markets? The Swiss case. *International Review of Financial Analysis*, 12(5), 527-543.
- Ho, K.-Y., Zheng, L., & Zhang, Z. (2012). Volume, volatility and information linkages in the stock and option markets. *Review of Financial Economics*, 21(4), 168-174.
- Holden, K., Thompson, J., & Ruangrit, Y. (2005). The Asian crisis and calendar effects on stock returns in Thailand. *163*(1), 242-252.
- Hong, Y., Lin, H., & Wu, C. (2012). Are corporate bond market returns predictable? *Journal of Banking & Finance*, 36(8), 2216-2232.
- Hoque, H. A., Kim, J. H., & Pyun, C. S. (2007). A comparison of variance ratio tests of random walk: A case of Asian emerging stock markets. *International Review of Economics & Finance*, 16(4), 488-502.
- Hsieh, D. A. (1991). Chaos and nonlinear dynamics: Application to financial markets. *Journal of Finance*, 46, 1839-1877.
- Hung, J.-C. (2009). Deregulation and liberalization of the Chinese stock market and the improvement of market efficiency. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 49(3), 843-857.
- Jayasinghe, P., & Tsui, A. K. (2008). Exchange rate exposure of sectoral returns and volatilities: Evidence from Japanese industrial sectors. *Japan and the World Economy*, 20(4), 639-660.
- Jiang, J., Ma, K., & Cai, X. (2007). Non-linear characteristics and long-range correlations in Asian stock markets. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 378(2), 399-407.
- Joseph, N. L. (2003). Predicting returns in U.S. financial sector indices. *International Journal of Forecasting*, 19(3), 351-367.



- Kaminsky, G., & Schmukler, S. (1999). What triggers market jitters? A chronicle of the Asian crisis. *Journal of International Money and Finance*, 18, 537–560.
- Kang, S. H., Cheong, C., & Yoon, S.-M. (2010). Long memory volatility in Chinese stock markets. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 389(7), 1425-1433.
- Kao, C.-W., & Wan, J.-Y. (2009). Information transmission and market interactions across the Atlantic — an empirical study on the natural gas market. *Energy Economics*, 31(1), 152-161.
- Kasman, A., & Kasman, S. (2008). The impact of futures trading on volatility of the underlying asset in the Turkish stock market. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 387(12), 2837-2845.
- Kasman, A., Kasman, S., & Torun, E. (2009). Dual long memory property in returns and volatility: Evidence from the CEE countries' stock markets. *Emerging Markets Review*, 10(2), 122-139.
- Kawakatsu, H., & Morey, M. R. (1999). Financial liberalization and stock market efficiency: an empirical examination of nine emerging market countries. *Journal of Multinational Financial Management*, 9(3–4), 353-371.
- Kendall, M. (1953). The Analysis of Economic Time-Series-Part I: Prices. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 116(1), 11-25.
- Keynes, J. (1923). *Some aspects of commodity markets*, Manchester Guardian Commercial: European Reconstruction Series. Londres: Macmillan.
- Khan, W., & Vieito, J. P. (2012). Stock exchange mergers and weak form of market efficiency: The case of Euronext Lisbon. *International Review of Economics & Finance*, 22(1), 173-189.
- Kılıç, R. (2011). Long memory and nonlinearity in conditional variances: A smooth transition FIGARCH model. *Journal of Empirical Finance*, 18(2), 368-378.
- Kim, J. H., Shamsuddin, A., & Lim, K.-P. (2011). Stock return predictability and the adaptive markets hypothesis: Evidence from century-long U.S. data. *Journal of Empirical Finance*, 18(5), 868-879.
- Klein, N. (2007). *La doctrina del shock: El auge del capitalismo del desastre*. Knopf, Canada: Editorial Paidós.
- Kohers, T., Pandey, V., & Kohers, G. (1997). Using nonlinear dynamics to test for market efficiency among the major U.S. stock exchanges. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 37(2), 523-545.

- Lao, P., & Singh, H. (2011). Herding behaviour in the Chinese and Indian stock markets. *Journal of Asian Economics*, 22(6), 495-506.
- Lee, C.-C., Lee, J.-D., & Lee, C.-C. (2010). Stock prices and the efficient market hypothesis: Evidence from a panel stationary test with structural breaks. *Japan and the World Economy*, 22(1), 49-58.
- Lee, J. W., Park, J. B., Jo, H. H., Yang, J. S., & Moon, H. T. (2009). Minimum entropy density method for the time series analysis. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 388(2-3), 137-144.
- Lim, K. P., Brooks, R., & Hinich, M. (2008). Nonlinear serial dependence and the weak-form efficiency of Asian emerging stock markets. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 18(5), 527-544.
- Lim, K.-P. (2007). Ranking market efficiency for stock markets: A nonlinear perspective. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 376, 445-454.
- Lim, K.-P., & Brooks, R. D. (2009). Price limits and stock market efficiency: Evidence from rolling bicomrelation test statistic. *Chaos, Solitons & Fractals*, 40(3), 1271-1276.
- Lim, K.-P., Brooks, R. D., & Kim, J. H. (2008). Financial crisis and stock market efficiency: Empirical evidence from Asian countries. *International Review of Financial Analysis*, 17(3), 571-591.
- Lin, E. M., Chen, C. W., & Gerlach, R. (2012). Forecasting volatility with asymmetric smooth transition dynamic range models. *International Journal of Forecasting*, 28(2), 384-399.
- Liu, S. (2007). International cross-listing and stock pricing efficiency: An empirical study. *Emerging Markets Review*, 8(4), 251-263.
- Liu, T., Granger, C. W., & Heller, W. P. (1992). Using the Correlation Exponent to Decide whether an Economic Series is Chaotic. *Journal of Applied Econometrics*, 7, S25-39.
- Ljung, G. M., & Box, G. E. (1978). On a measure of lack of fit in time series models. *Biometrika*, 297-303.
- Lobe, S., & Rieks, J. (2011). Short-term market overreaction on the Frankfurt stock exchange. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 51(2), 113-123.
- López, I. (2007). El Proceso De Integración De Los Mercados Financieros En Europa. *Escuela de Administración de Negocios*, 59, 87-97.

- Lu, T.-H., Shiu, Y.-M., & Liu, T.-C. (2012). Profitable candlestick trading strategies—The evidence from a new perspective. *21*(2), 63-68.
- Ludlow, J. (1997). *Modelos, pronósticos y volatilidad de las series de tiempo generadas en la bolsa mexicana de valores*. Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco.
- Majumder, D. (2012). When the market becomes inefficient: Comparing BRIC markets with markets in the USA. *International Review of Financial Analysis*, 84-92.
- Malkiel, B. G. (1992). Efficient market hypothesis. En M. M. P. Newman (Ed.), *New Palgrave Dictionary of Money and Finance*. Londres: Macmillan.
- Mandelbrot, B. (1963a). New methods in statistical economics. *Journal of Political Economy*, 71, 421-440.
- Mandelbrot, B. (1963b). The variation of certain speculative prices. *The Journal of Business*, 36(4), 394-419.
- Mandelbrot, B. (1966). Forecasts of Future Prices, Unbiased Markets, and "Martingale" Models. *The Journal of Business*, 39(1), 242-255.
- Mansilla, R. (2001). Algorithmic complexity of real financial markets. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 301(1-4), 483-492.
- Marshall, B. R., Cahan, J. M., & Cahan, R. H. (2006). Is the CRISMA technical trading system profitable? *Global Finance Journal*, 17(2), 271-281.
- Marshall, B., Young, M., & Rose, L. (2006). Candlestick technical trading strategies: Can they create value for investors? *Journal of Banking & Finance*, 30(8), 2303-2323.
- Martínez, M. (Junio de 2001). *Privatizaciones y Reforma del Sector Público en China*. Recuperado el Diciembre de 2012, de ICEX: España Exportación e Inversiones: <http://www.icex.es/servicios/documentacion/documentoselaborados/icex/pdfs/privatizaciones%20reformas%20sector%20publico%20china.pdf>
- Maya, C., & Torres, G. (2004). The unification of the Colombian stock market: a step towards efficiency. Empirical Evidence. *Latin American Business*, 5(4), 69-98.
- Mazouz, K., & Bowe, M. (2006). The volatility effect of futures trading: Evidence from LSE traded stocks listed as individual equity futures contracts on LIFFE. *International Review of Financial Analysis*, 15(1), 1-20.
- McKenzie, M. (2001). Chaotic behavior in national stock market indices: New evidence from the close returns test. *Global Finance Journal*, 12(1), 35-53.

- Metghalchi, M., Chang, Y., & Marcucci, J. (2008). Is the Swedish stock market efficient? Evidence from some simple trading rules. *International Review of Financial Analysis*, 17(3), 475-490.
- Mishra, R. K., Sehgal, S., & Bhanumurthy, N. (2011). A search for long-range dependence and chaotic structure in Indian stock market. 20(2), 96-104.
- Montagnoli, A., & de Vries, F. P. (2010). Carbon trading thickness and market efficiency. *Energy Econ*, 32(6), 1331-1336.
- Montgomery, D. C., & Runger, G. C. (2003). *Applied Statistics and Probability for Engineers*. John Wiley & Sons, Inc.
- Mookerjee, R., & Yu, Q. (1999). An empirical analysis of the equity markets in China. 8(1), 41-60.
- Moore, A. B. (1962). *A Statistical Analysis of Common Stock Prices*. (G. S. PhD theis, Ed.) Chicago: University of Chicago.
- Moreno, D., & Olmeda, I. (2007). Is the predictability of emerging and developed stock markets really exploitable? *European Journal of Operational Research*, 182(1), 436-454.
- Mulligan, R. (2004). Fractal analysis of highly volatile markets: an application to technology equities. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 44(1), 155-179.
- Mulligan, R., & Lombardo, G. (2004). Maritime businesses: volatile stock prices and market valuation inefficiencies. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 44(2), 321-336.
- Ojah, K., & Karemera, D. (1999). Random walks and market efficiency test of Latin American emerging equity markets. *The Financial Review*, 34, 57-72.
- Opong, K., Mulholland, G., Fox, A., & Farahmand, K. (1999). The behaviour of some UK equity indices: An application of Hurst and BDS tests. *Journal of Empirical Finance*, 6(3), 267-282.
- Osborne, M. F. (1959). Brownian motion in the stock market. *Operations Research*, 7(2), 145-733.
- Parhizgari, A., & Nguyen, D. (2008). ADRs under momentum and contrarian strategies. *Global Finance Journal*, 19(2), 102-122.
- Peters, E. E. (1994). *Fractal Market Analysis: Applying Chaos Theory to Investment and Economics*. Wiley Finance Editions.

- Poon, W., & Fung, H. G. (2000). Red chips or H shares: which China-backed securities process information the fastest? *Journal of Multinational Financial Management*, 10(3-4), 315-343.
- Porter, M., & Takeuchi, H. (1999). Fixing What Really Ails Japan. *Foreign Affairs*, 3, 66-81.
- Potvin, J.-Y., Soriano, P., & Vallée, M. (2004). Generating trading rules on the stock markets with genetic programming. *Computers & Operations Research*, 31(7), 1033-1047.
- Prather, L., & Bertin, W. J. (1998). The implication of discount rate changes for market timing. *Review of Financial Economics*, 7(1), 21-33.
- Rahman, A., & Saadi, S. (2008). Random walk and breaking trend in financial series: An econometric critique of unit root tests. *Review of Financial Economics*, 17(3), 204-212.
- Ratner, M., & Leal, R. P. (1999). Tests of technical trading strategies in the emerging equity markets of Latin America and Asia. *Journal of Banking & Finance*, 23(12), 1887-1905.
- Raunig, B. (2006). The longer-horizon predictability of German stock market volatility. *International Journal of Forecasting*, 22(2), 363-372.
- Roberts, H. (1959). Stock-Market "Patterns" and Financial Analysis: Methodological Suggestions. *The Journal of Finance*, 14(1), 1-10.
- Roberts, H. (1967). Statistical Versus Clinical Prediction of the Stock Market Unpublished manuscript,.
- Salm, C. A., & Schuppli, M. (2010). Positive feedback trading in stock index futures: International evidence. *International Review of Financial Analysis*, 19(5), 313-322.
- Samuelson, P. A. (1965). Proof that properly anticipated prices fluctuate randomly. *Industrial Management Review*.
- Sánchez Granero, M., Trinidad Segovia, J., & García Pérez, J. (2008). Some comments on Hurst exponent and the long memory processes on capital markets. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 387(22), 5543-5551.
- Sarmiento, P., Duarte, J. B., & Mascareñas, J. (2012). Análisis de Causalidad entre mercados Bursátiles Latinoamericanos y el Standard & Poor's. *1er Congreso Global de Contabilidad y Finanzas*. Bogotá: Universidad Nacional.

- Serletis, A., & Shintani, M. (2003). No evidence of chaos but some evidence of dependence in the US stock market. *Chaos, Solitons & Fractals*, 17(2–3), 449-454.
- Sharma, S. C., & Wongbangpo, P. (2002). Long-term trends and cycles in ASEAN stock markets. *Review of Financial Economics*, 11(4), 299-315.
- Shleifer, A. (2003). Are Financial Markets Efficient? En A. Shleifer, *Inefficient Markets: An Introduction to Behavioral Finance*. Oxford University Press.
- Shynkevich, A. (2012). Short-term predictability of equity returns along two style dimensions. *Journal of Empirical Finance*, 19(5), 675-685.
- Silvapulle, P., & Choi, J. S. (1999). Testing for linear and nonlinear granger causality in the stock price-volume relation: Korean evidence. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 39(1), 59-76.
- Skjeltorp, J. A. (2000). Scaling in the Norwegian stock market. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 283(3–4), 486-528.
- Spence, M. (1973). Job Market Signaling. 87(3).
- Stiglitz, J. (2010). *Freefall: America, Free Markets, and the Sinking of the World Economy*. W. W. Norton.
- Stiglitz, J., & Rothschild, M. (1976). Equilibrium in Competitive Insurance Markets: An Essay on the Economics of Imperfect Information. 90, 629–650.
- Straßburg, J., González, C., & Alexandrov, V. (2012). Parallel genetic algorithms for stock market trading rules. *Procedia Computer Science*, 9, 1306-1313.
- Tabak, B. M. (2007). Testing for unit root bilinearity in the Brazilian stock market. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 385(1), 261-269.
- Torrero, A. (2001). El Final De La Burbuja Especulativa Y La Crisis Económica De Japón. *Economiaz*, 48(3), 92 - 127.
- Tsay, R. S. (2005). *Analysis of financial time series*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Tse, Y. (1998). International transmission of information: evidence from the Euroyen and Eurodollar futures markets. *Journal of International Money and Finance*, 17(6), 909-929.
- Tsui, A. K., & Yu, Q. (1999). Constant conditional correlation in a bivariate GARCH model: evidence from the stock markets of China. *Mathematics and Computers in Simulation*, 48(4–6), 503-509.

- Uribe, J., & Ulloa, I. (2011). Revisando la hipótesis de los mercados eficientes: Nuevos datos, nueva crisis, nuevas estimaciones. *Banco de la República*. 204. Bogotá: Seminario de economía.
- Urrutia, J. (1995). Tests of random walk and market efficiency for Latin American emerging equity markets. *Journal of Financial Research*, 299-309.
- Valdivieso, R. (2004). *Validación de la eficiencia y modelos de fijación de precios en el mercado mexicano de valores*. México D.F.: Tesis-U. Nacional Autónoma México.
- Vayanos, D., & Woolley, P. (2008). An institutional theory of momentum and reserval. *National Bureau of Economic Research*, 78.
- Visaltanachoti, N., & Yang, T. (2010). Speed of convergence to market efficiency for NYSE-listed foreign stocks. *Journal of Banking & Finance*, 34(3), 594-605.
- Wald, A., & Wolfowitz, J. (1940). On a Test Whether Two Samples are from the Same Population. *Ann. Math. Statist.*, 11(2), 147-162.
- Wang, J. L., & Chan, S. H. (2007). Stock market trading rule discovery using pattern recognition and technical analysis. *Expert Systems with Applications*, 33(2), 304-315.
- Wang, K.-M., & Nguyen Thi, T.-B. (2007). Testing for contagion under asymmetric dynamics: Evidence from the stock markets between US and Taiwan. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 376, 422-432.
- Wen Cheong, C., Hassan Shaari Mohd Nor, A., & Isa, Z. (2007). Asymmetry and long-memory volatility: Some empirical evidence using GARCH. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 373, 651-664.
- Wiener, N. (1920). On the theory of sets of points in terms of continuous transformations. *G. R. Strasbourg Math.*
- Wu, M.-C., Lin, S.-Y., & Lin, C.-H. (2006). Wu, Muh-Cherng; Lin, Sheng-Yu; Lin, Chia-Hsin. *Expert Systems with Applications*, 31(2), 270-274.
- Wu, P.-S., Huang, C.-M., & Chiu, C.-L. (2011). Effects of structural changes on the risk characteristics of REIT returns. *International Review of Economics & Finance*, 20(4), 645-653.
- Wu, Z., & Mcerlean, S. (2003). Market efficiency in the reformed Chinese grain marketing system. *14(2)*, 115-130.

Yu, H., Nartea, G. V., Gan, C., & Yao, L. J. (2013). Predictive ability and profitability of simple technical trading rules: Recent evidence from Southeast Asian stock markets. *International Review of Economics & Finance*, 25, 356-371.

### **Páginas Web Consultadas**

- Banco Mundial

[http://siteresources.worldbank.org/LACINSPANISHEXT/Resources/Spring\\_Meetings\\_Report\\_Spanish\\_Web.pdf](http://siteresources.worldbank.org/LACINSPANISHEXT/Resources/Spring_Meetings_Report_Spanish_Web.pdf)

Consultado el 12 de octubre de 2012.

- Fondo Monetario Internacional

<http://www.imf.org/external/spanish/pubs/ft/reo/2010/whd/wreo0510s.pdf>

Consultado el 1 de diciembre de 2010.

- Naciones Unidas-CEPAL

[http://www.cepal.org/publicaciones/xml/9/43289/2011-322-LIE-2010-WEB\\_ULTIMO.pdf](http://www.cepal.org/publicaciones/xml/9/43289/2011-322-LIE-2010-WEB_ULTIMO.pdf)

Consultado el 23 de septiembre de 2011.

- World Federation of Exchanges

<http://www.world-exchanges.org/statistics/time-series/market-capitalization>

Consultado el 20 de Octubre de 2012.

- Centro de Estudios Latinoamericanos-UAM

[http://www.cesla.com/descargas/DTCESLA\\_15122010.pdf](http://www.cesla.com/descargas/DTCESLA_15122010.pdf)

Consultado el 30 de Noviembre de 2012.



## GLOSARIO

|                  |   |
|------------------|---|
| <b>AMXL</b>      | América Móvil SAB (Acción Preferencial L) <sup>62</sup>                   |
| <b>ADR's</b>     | American Depositary Receipt   |
| <b>C&amp;M</b>   | Comprar y Mantener  |
| <b>BBDC4</b>     | Banco Bradesco SA (Acción Preferencial)                                   |
| <b>IBOVESPA</b>  | La Bolsa de Valores de São Paulo.   |
| <b>BSAN</b>      | Banco Santander-Chile   |
| <b>BVMF3</b>     | BM&F BOVESPA SA Bolsa de Valores Mercadorias e Futuros (Acción Ordinaria) |
| <b>BVN</b>       | Compañía de Minas Buenaventura SAA (Acción ADR) <sup>63</sup>             |
| <b>CASAGRC1</b>  | CASA GRANDE SAA (Acción Ordinaria)  |
| <b>CEMARGOS</b>  | Cementos Argos SA (Acción Ordinaria)                                      |
| <b>CENCOSUD</b>  | Centros Comerciales Suramericanos SA (Acción Ordinaria)                   |
| <b>COPEC</b>     | Compañía de Petróleos de Chile (Acción Ordinaria)                         |
| <b>CVERDEC1</b>  | Cabo Verde (Acción Ordinaria)   |
| <b>ECOPETROL</b> | Empresa Colombiana de Petróleos SA (Acción Ordinaria)                     |
| <b>ENDESA</b>    | Empresa Nacional de Electricidad SA - Filial Chile (Acción Ordinaria)     |
| <b>FEMSAUBD</b>  | Fomento Económico Mexicano (Acción Ordinaria)                             |
| <b>FERREYC1</b>  | Ferreyros Corporation SAA (Acción Ordinaria)                              |
| <b>GMEXICOB</b>  | Grupo México SAB (Acción Ordinaria B) <sup>64</sup>                       |
| <b>GRUPOSURA</b> | Grupo de Inversiones Suramericana (Acción Ordinaria)                      |
| <b>IGBC</b>      | Índice General de la Bolsa de Valores de Colombia                         |
| <b>IGBVL</b>     | Índice General de la Bolsa de Valores de Lima                             |
| <b>IPC</b>       | Índice de Precios y Cotizaciones - Bolsa de México                        |
| <b>IPSA</b>      | Índice Selectivo de Precios de Acciones - Bolsa de Chile                  |

---

<sup>62</sup> Voto limitado. Pueden ser adquiridas por inversionistas nacionales o extranjeros.

<sup>63</sup> American Depositary Receipt: Es un título que representa la propiedad de una acción de una sociedad extranjera y es el medio para poder negociar con ellas en las bolsas de USA.

<sup>64</sup> Ordinaria conocida como Libre Suscripción, por lo que puede ser adquirida directamente por inversionistas extranjeros

|                   |   |
|-------------------|---|
| <b>ISE</b>        | Istanbul Stock Exchange                                     |
| <b>ITUB4</b>      | Itau Unibanco Holding SA (Acción Preferencial)              |
| <b>LAN</b>        | LATAM Airlines Group S.A (Acción Ordinaria)                 |
| <b>LSE</b>        | London Stock Exchange                                       |
| <b>MINSURI1</b>   | Minsur SA (Acción Ordinaria)                                |
| <b>OGXP3</b>      | Petroleo E Gas Participacoes S.A. (Acción Ordinaria)        |
| <b>PETR4</b>      | Petroleo Brasileiro SA (Acción Preferencial)                |
| <b>PFBCOLOM</b>   | Bancolombia SA (Acción Preferencial)                        |
| <b>PREC</b>       | Pacific Rubiales Energy Corporation (Acción Ordinaria)      |
| <b>S.A.</b>       | Sociedad Anónima  |
| <b>S.A.A</b>      | Sociedad Anónima Abierta                                    |
| <b>SAB de CV</b>  | Sociedad Anónima Bursátil de Capital Variable.              |
| <b>SQMB</b>       | Sociedad Química Minera de Chile SA (Serie B) <sup>65</sup> |
| <b>TLEVISACPO</b> | Grupo Televisa SAB (Acción Ordinaria CPO) <sup>66</sup>     |
| <b>VALE3</b>      | Companhia Vale do Rio Doce (Acción Ordinaria)               |
| <b>VALE5</b>      | Companhia Vale do Rio Doce (Acción Preferencial)            |
| <b>VOLCABC1</b>   | Volcán Compañía Minera SAA (Acción Preferencial)            |
| <b>WALMEXV</b>    | Walmart México y Centroamérica (Acción Ordinaria)           |

---

<sup>65</sup> Ordinaria con restricciones en voto

<sup>66</sup> Certificado de Participación Ordinario de libre suscripción; estas acciones otorgan derechos de voto restringido

## APÉNDICES

### APÉNDICE I DEMOSTRACIÓN RECORRIDO ALEATORIO

#### *I.1 Recorrido aleatorio sin variaciones.*

##### *I.1.1 Media*

Si tenemos que  $P_t = P_{t-1} + u_t$ , donde  $u_t \sim IID(0, \sigma^2)$

$$P_1 = P_0 + u_1$$

$$P_2 = P_1 + u_2 = (P_0 + u_1) + u_2 = P_0 + u_1 + u_2$$

$$P_3 = P_2 + u_3 = (P_0 + u_1) + u_2 + u_3 = P_0 + u_1 + u_2 + u_3$$

.

.

.

$$P_t = P_0 + \sum u_t$$

Entonces:

$$E[P_t] = E\left[P_0 + \sum u_t\right]$$

$$E[P_t] = P_0$$

##### *I.1.2 Varianza*

$$Var(P_t) = Var(P_0) + Var(u_1) + Var(u_2) + Var(u_3) + \dots + Var(u_t)$$

$$Var(P_t) = 0 + \sigma^2 + \sigma^2 + \sigma^2 \dots + \sigma^2$$

$$Var(P_t) = t\sigma^2$$

## ***1.2 Recorrido aleatorio con variaciones.***

### *1.2.1 Media*

Si tenemos que  $P_t = \delta + P_{t-1} + u_t$ , donde  $u_t \sim IID(0, \sigma^2)$

$$P_1 = \delta + P_0 + u_1$$

$$P_2 = \delta + P_1 + u_2 = \delta + (\delta + P_0 + u_1) + u_2 = 2\delta + P_0 + u_1 + u_2$$

$$P_3 = \delta + P_2 + u_3 = \delta + (\delta + P_0 + u_1) + u_2 + u_3 = 3\delta + P_0 + u_1 + u_2 + u_3$$

.

.

.

$$P_t = t\delta + P_0 + \sum u_t$$

Entonces:

$$E[P_t] = E[t\delta + P_0 + \sum \mu_t]$$

$$E[P_t] = t\delta + P_0$$

### *1.2.2 Varianza*

$$\begin{aligned} Var(P_t) = & Var(\delta) + Var(P_0) + Var(u_1) + Var(u_2) + Var(u_3) + \dots \\ & + Var(u_t) \end{aligned}$$

$$Var(P_t) = 0 + 0 + \sigma^2 + \sigma^2 + \sigma^2 \dots + \sigma^2$$

$$Var(P_t) = t\sigma^2$$

## **ANEXOS**

- ANEXO I. Revisión de la literatura por país.
- ANEXO II. Descripción de las empresas
- ANEXO III. División de subperiodos por tendencias
- ANEXO IV. Rachas, Cálculos Parciales de Índices Bursátiles
- ANEXO V. BDS
- ANEXO VI. BDS, Cálculos Parciales de Índices Bursátiles
- ANEXO VII. Ljung Box, Cálculos Parciales de Índices Bursátiles
- ANEXO VIII. Estados Unidos: Análisis empírico por subperiodos según tendencias
- ANEXO IX. Brasil: Análisis empírico por subperiodos según tendencias
- ANEXO X. México: Análisis empírico por subperiodos según tendencias
- ANEXO XI. Chile: Análisis empírico por subperiodos según tendencias
- ANEXO XII. Colombia: Análisis empírico subperiodos según tendencias
- ANEXO XIII. Perú: Análisis empírico por subperiodos según tendencias

## ANEXO I. Revisión de la literatura por país.

| País                           | No rechaza<br>EMH |      | Rechaza<br>EMH |      | Mejora de la<br>eficiencia |     | Total estudios<br>por país |
|--------------------------------|-------------------|------|----------------|------|----------------------------|-----|----------------------------|
| Alemania                       | 5                 | 45%  | 6              | 55%  | 0                          | 0%  | 11                         |
| Arabia Saudí                   | 0                 | 0%   | 4              | 100% | 0                          | 0%  | 4                          |
| Argentina                      | 4                 | 40%  | 5              | 50%  | 1                          | 10% | 10                         |
| Australia                      | 4                 | 40%  | 6              | 60%  | 0                          | 0%  | 10                         |
| Austria                        | 3                 | 60%  | 2              | 40%  | 0                          | 0%  | 5                          |
| Bangladesh                     | 0                 | 0%   | 2              | 100% | 0                          | 0%  | 2                          |
| Bahréin                        | 1                 | 50%  | 1              | 50%  | 0                          | 0%  | 2                          |
| Bélgica                        | 3                 | 60%  | 2              | 40%  | 0                          | 0%  | 5                          |
| Botsuana                       | 0                 | 0%   | 2              | 100% | 0                          | 0%  | 2                          |
| Brasil                         | 4                 | 29%  | 9              | 64%  | 1                          | 7%  | 14                         |
| Bulgaria                       | 1                 | 100% | 0              | 0%   | 0                          | 0%  | 1                          |
| Chile                          | 4                 | 40%  | 5              | 50%  | 1                          | 10% | 10                         |
| China Continental <sup>1</sup> | 4                 | 19%  | 14             | 67%  | 3                          | 14% | 21                         |
| Colombia                       | 2                 | 33%  | 3              | 50%  | 1                          | 17% | 6                          |
| Corea Del Sur                  | 9                 | 39%  | 10             | 43%  | 4                          | 17% | 23                         |
| Costa De Marfil                | 0                 | 0%   | 1              | 100% | 0                          | 0%  | 1                          |
| Croacia                        | 1                 | 50%  | 1              | 50%  | 0                          | 0%  | 2                          |
| Dinamarca                      | 2                 | 50%  | 2              | 50%  | 0                          | 0%  | 4                          |
| Egipto                         | 3                 | 60%  | 2              | 40%  | 0                          | 0%  | 5                          |
| Emiratos                       | 1                 | 50%  | 1              | 50%  | 0                          | 0%  | 2                          |
| Eslovaquia                     | 0                 | 0%   | 2              | 100% | 0                          | 0%  | 2                          |
| Eslovenia                      | 1                 | 25%  | 3              | 75%  | 0                          | 0%  | 4                          |
| España                         | 4                 | 44%  | 4              | 44%  | 1                          | 11% | 9                          |
| Estonia                        | 0                 | 0%   | 3              | 100% | 0                          | 0%  | 3                          |
| Finlandia                      | 2                 | 67%  | 1              | 33%  | 0                          | 0%  | 3                          |
| Filipinas                      | 3                 | 19%  | 12             | 75%  | 1                          | 6%  | 16                         |
| Francia                        | 7                 | 58%  | 5              | 42%  | 0                          | 0%  | 12                         |
| Ghana                          | 0                 | 0%   | 1              | 100% | 0                          | 0%  | 1                          |
| Grecia                         | 2                 | 29%  | 5              | 71%  | 0                          | 0%  | 7                          |
| Holanda                        | 3                 | 60%  | 2              | 40%  | 0                          | 0%  | 5                          |
| Hong Kong                      | 4                 | 24%  | 12             | 71%  | 1                          | 6%  | 17                         |
| Hungría                        | 2                 | 33%  | 4              | 67%  | 0                          | 0%  | 6                          |
| India                          | 4                 | 29%  | 9              | 64%  | 1                          | 7%  | 14                         |
| Indonesia                      | 3                 | 20%  | 11             | 73%  | 1                          | 7%  | 15                         |
| Irán                           | 0                 | 0%   | 1              | 100% | 0                          | 0%  | 1                          |
| Irlanda                        | 1                 | 50%  | 1              | 50%  | 0                          | 0%  | 2                          |
| Islandia                       | 0                 | 0%   | 1              | 100% | 0                          | 0%  | 1                          |
| Israel                         | 2                 | 100% | 0              | 0%   | 0                          | 0%  | 2                          |

<sup>1</sup> Incluye las bolsas de Shenzhen, Shanghai y en menor proporción Pekín.

| <b>País</b>               | <b>No rechaza<br/>EMH</b> |      | <b>Rechaza<br/>EMH</b> |      | <b>Mejora de la<br/>eficiencia</b> |     | <b>Total estudios<br/>por país</b> |
|---------------------------|---------------------------|------|------------------------|------|------------------------------------|-----|------------------------------------|
| Italia                    | 4                         | 67%  | 2                      | 33%  | 0                                  | 0%  | 6                                  |
| Jamaica                   | 0                         | 0%   | 1                      | 100% | 0                                  | 0%  | 1                                  |
| Japón                     | 11                        | 50%  | 11                     | 50%  | 0                                  | 0%  | 22                                 |
| Jordán                    | 1                         | 50%  | 1                      | 50%  | 0                                  | 0%  | 2                                  |
| Kenia                     | 1                         | 25%  | 3                      | 75%  | 0                                  | 0%  | 4                                  |
| Kuala Lumpur              | 2                         | 100% | 0                      | 0%   | 0                                  | 0%  | 2                                  |
| Kuwait                    | 1                         | 33%  | 2                      | 67%  | 0                                  | 0%  | 3                                  |
| Luxemburgo                | 1                         | 33%  | 2                      | 67%  | 0                                  | 0%  | 3                                  |
| Malasia                   | 3                         | 19%  | 12                     | 75%  | 1                                  | 6%  | 16                                 |
| Marruecos                 | 3                         | 60%  | 2                      | 40%  | 0                                  | 0%  | 5                                  |
| Mauricio                  | 1                         | 50%  | 1                      | 50%  | 0                                  | 0%  | 2                                  |
| México                    | 4                         | 31%  | 8                      | 62%  | 1                                  | 8%  | 13                                 |
| Nigeria                   | 1                         | 25%  | 3                      | 75%  | 0                                  | 0%  | 4                                  |
| Norteamérica <sup>2</sup> | 19                        | 34%  | 36                     | 64%  | 1                                  | 2%  | 56                                 |
| Noruega                   | 1                         | 25%  | 3                      | 75%  | 0                                  | 0%  | 4                                  |
| Nueva Zelanda             | 2                         | 33%  | 3                      | 50%  | 1                                  | 17% | 6                                  |
| Omán                      | 1                         | 33%  | 2                      | 67%  | 0                                  | 0%  | 3                                  |
| Pakistán                  | 2                         | 40%  | 3                      | 60%  | 0                                  | 0%  | 5                                  |
| Perú                      | 2                         | 40%  | 3                      | 60%  | 0                                  | 0%  | 5                                  |
| Polonia                   | 4                         | 57%  | 3                      | 43%  | 0                                  | 0%  | 7                                  |
| Portugal                  | 2                         | 25%  | 5                      | 63%  | 1                                  | 13% | 8                                  |
| Qatar                     | 1                         | 50%  | 1                      | 50%  | 0                                  | 0%  | 2                                  |
| Republica Checa           | 2                         | 40%  | 3                      | 60%  | 0                                  | 0%  | 5                                  |
| Rusia                     | 2                         | 40%  | 3                      | 60%  | 0                                  | 0%  | 5                                  |
| Singapur                  | 4                         | 25%  | 11                     | 69%  | 1                                  | 6%  | 16                                 |
| Sri Lanka                 | 2                         | 33%  | 4                      | 67%  | 0                                  | 0%  | 6                                  |
| Suazilandia               | 0                         | 0%   | 1                      | 100% | 0                                  | 0%  | 1                                  |
| Sudáfrica                 | 3                         | 43%  | 4                      | 57%  | 0                                  | 0%  | 7                                  |
| Suecia                    | 2                         | 40%  | 3                      | 60%  | 0                                  | 0%  | 5                                  |
| Suiza                     | 4                         | 50%  | 4                      | 50%  | 0                                  | 0%  | 8                                  |
| Tailandia                 | 3                         | 20%  | 10                     | 67%  | 2                                  | 13% | 15                                 |
| Taiwán                    | 9                         | 35%  | 16                     | 62%  | 1                                  | 4%  | 26                                 |
| Trinidad y Tobago         | 0                         | 0%   | 1                      | 100% | 0                                  | 0%  | 1                                  |
| Túnez                     | 0                         | 0%   | 2                      | 100% | 0                                  | 0%  | 2                                  |
| Turquía                   | 2                         | 33%  | 3                      | 50%  | 1                                  | 17% | 6                                  |
| Ucrania                   | 0                         | 0%   | 1                      | 100% | 0                                  | 0%  | 1                                  |
| Reino Unido               | 6                         | 40%  | 8                      | 53%  | 1                                  | 7%  | 15                                 |
| Venezuela                 | 2                         | 67%  | 0                      | 0%   | 1                                  | 33% | 3                                  |
| Zambia                    | 0                         | 0%   | 1                      | 100% | 0                                  | 0%  | 1                                  |
| Zimbabue                  | 1                         | 50%  | 1                      | 50%  | 0                                  | 0%  | 2                                  |

<sup>2</sup> Incluye Estados Unidos y Canadá.

## **ANEXO II. Descripción de las empresas**

### ***II.1. Brasil***

#### ***Vale S.A.- VALE3 y VALE5***

Es una empresa multinacional brasileña que opera en los sectores de minería, logística, energía, siderúrgica y petróleo. Al 31 de diciembre de 2011, la Compañía operaba a través de 18 filiales y tres entidades controladas de forma conjunta, con presencia en Brasil, Perú, Indonesia, Chile, Australia, Austria, Canadá, Colombia, Suiza, Mozambique, Nueva Caledonia, Omán, Singapur y los EE.UU.

Activos 2011: 241.782 Millones de Reales.

Activos 2011: 129.753,14 Millones de Dólares (Tasa de Cambio= 1,8634 Reales/Dólar a 30 Dic 2011).

#### ***Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras)- PETR4***

Es una empresa petrolera brasileña, de propiedad mayormente estatal y con participación extranjera privada. La compañía divide sus actividades en seis segmentos: Exploración y Producción, Petroquímica, Refinamiento de Petróleo y gas, Producción de Biocombustibles, Generación de Energía Eléctrica y Distribución.

Activos 2011: 599.150 Millones de Reales

Activos 2011: 321.535,90 Millones de Dólares (Tasa de Cambio= 1,8634 Reales/Dólar a 30 Dic 2011).

#### ***Itaú Unibanco Holding S.A.- ITUB4***

Es un banco Brasileño. Divide sus actividades en cuatro segmentos Banca Comercial; Seguros de Vida, Planes de Pensiones y bonos de ahorro; Negocios Extranjeros; Crédito de consumo. La compañía está presente en Brasil y en otros



18 países, como Argentina, Suiza, Estados Unidos, Emiratos Árabes Unidos y China, entre otros.

Activos 2011: 818.136 Millones de Reales

Activos 2011: 439.055,49 Millones de Dólares (Tasa de Cambio= 1,8634 Reales/Dólar a 30 Dic 2011).

#### *Banco Bradesco S.A.-BBDC4*

Es un banco comercial. El Banco ofrece una amplia gama de productos bancarios y financieros. Presta servicios en Brasil y en el exterior a individuos, grandes, medianas y pequeñas empresas y corporaciones locales e internacionales y a las instituciones. Opera en dos segmentos: la banca y los seguros, bonos, pensiones de capitalización.

Activos 2011: 722.087 Millones de Reales

Activos 2011: 345.165,87 Millones de Dólares (Tasa de Cambio= 1,8634 Reales/Dólar a 30 Dic 2011).

## **II.2. México**

#### *América Móvil S.A.B. de C.V.- AMXL*

Es una compañía Mexicana dedicada principalmente a la prestación de servicios de comunicaciones móviles en América Latina. Entre sus actividades incluyen servicios de telefonía móvil y fija, internet de banda ancha y televisión satelital y por cable. Distribuye sus servicios bajo las marcas Telcel, Telmex, Comcel, Claro, Embratel, Net y TracFone.

Activos 2011: 945.617 Millones de Pesos Mexicanos

Activos 2011: 67.763,87 Millones de Dólares (Tasa de Cambio= 13,9546 Pesos/Dólar a 30 Dic 2011).

*Wal-Mart de México y Centroamérica S.A.B. de C.V. - WALMEXV*

Cadena de comercialización minorista perteneciente a Walmart Stores. Es la única empresa de Walmart Stores con cotización bursátil independiente de Estados Unidos. Entre sus divisiones se encuentran: Hipermercados con amplio surtido, Cadenas de tiendas de ropa; Tiendas para mayoristas; Restaurante y Cafetería, y el Banco Walmart.

Activos 2011: 225.026 Millones de Pesos Mexicanos

Activos 2011: 16.125,59 Millones de Dólares (Tasa de Cambio= 13,9546 Pesos/Dólar a 30 Dic 2011).

*Fomento Económico Mexicano S.A.B. de C.V. (FEMSA)- FEMSAUBD*

Compañía mexicana dedicada a la industria de las bebidas. A través de su subsidiaria Coca-Cola FEMSA SAB de CV, la compañía es activa en la producción y distribución de una variedad de bebidas no alcohólicas, agua embotellada y bebidas no carbonatadas de marcas como Coca-Cola, Fanta, Sprite, Powerade, Delaware Punch, entre otras bebidas de Coca-Cola Company en México. Coca-Cola Company es propietaria de 28.7% de Coca-Cola FEMSA y 37.0% de los derechos de voto.

Activos 2011: 274.704 Millones de Pesos Mexicanos

Activos 2011: 19.685,57 Millones de Dólares (Tasa de Cambio= 13,9546 Pesos/Dólar a 30 Dic 2011).

*Grupo México S.A.B. de C.V.- GMEXICOB*

Es una compañía Mexicana dedicada principalmente a la exploración y explotación de minerales metálicos y no metálicos, especialmente cobre, cuenta con servicio ferroviario de carga multimodal y con una división de infraestructura. La compañía cuenta con filiales como Americas Mining Corporation, Infraestructura y Transportes México SA, Compañía Perforadora de

México (Con plataformas y equipos de perforación petrolera por mar y tierra), México Proyectos y Desarrollos SA, entre otras.

Activos 2011: 16.684,7 Millones de Pesos Mexicanos

Activos 2011: 1.195,64 Millones de Dólares (Tasa de Cambio= 13,9546 Pesos/Dólar a 30 Dic 2011).

### *Grupo Televisa S.A.B.- TLEVISACPO*

Es una compañía mexicana de medios de comunicación, dedicada a la producción y emisión en radio y televisión de material de entretenimiento visual, musical y teatral, además de la distribución internacional de programas de televisión, publicación y distribución de revistas, y la producción y distribución de películas a través de sus distintas filiales para los países de habla hispana en América Latina.

Activos 2011: 155.061 Millones de Pesos Mexicanos

Activos 2011: 11.111,83 Millones de Dólares (Tasa de Cambio= 13,9546 Pesos/Dólar a 30 Dic 2011).

## **II.3. Chile**

### *Empresas Copec S. A.- COPEC*

Es un holding industrial chileno que abarca dos áreas de negocios: energía y recursos naturales. En la primera, está presente en la distribución de combustibles líquidos, generación eléctrica, gas licuado y gas natural. En recursos naturales, participa en la industria forestal, pesquera y minera. A través de su distribuidora y comercializadora de combustibles líquidos, cuenta con 622 estaciones de servicio y tiene 64,8% de participación en el mercado. En minería está presente en la actividad de exploración y producción del metal doré y carbón.

Activos 2011: 20.094 Millones de Dólares

#### *LATAM Airlines Group S. A. - LAN*

Es uno de los mayores grupos aéreos del mundo en términos de conexiones de red, surgió de la unión de la aerolínea LAN de Chile y la aerolínea TAM de Brasil el 22 de Junio de 2012. Este consorcio presta servicios de transporte de pasajeros en 22 países y transporte de carga en 27.

Activos 2011: 7.649 Millones de Dólares. Luego de la fusión, en septiembre de 2012 el activo es 20.465 Millones de Dólares.

#### *Empresa Nacional de Electricidad S.A. (ENDESA) - ENDESA*

Endesa Chile es la principal empresa de generación eléctrica de Chile y uno de los principales operadores eléctricos privados de la región. Entre sus negocios se encuentra la Peso mexicano (MXN) generación, distribución y comercialización de Electricidad y energías renovables, además de la distribución y comercialización de gas.

Activos 2011: 6.562.013 Millones de Pesos Chilenos

Activos 2011: 12.625,31 Millones de Dólares (Tasa de Cambio= 519,7506 Pesos/Dólar a 30 Dic 2011).

#### *Sociedad Química y Minera de Chile S.A.- SQMB*

SQM es un productor y comercializador integrado de nutrientes vegetales de especialidad, yodo, litio, fertilizantes potásicos y químicos industriales. Cuenta con oficinas en más de 20 países.

Activos 2011: 3.871.583 Millones de Dólares

#### *Banco Santander-Chile - BSAN*

Banco Santander Chile es una empresa bancaria chilena, filial del Grupo Santander. Surge de la fusión, ocurrida en 2002, de los bancos Santander y Santiago.

Activos 2011: 24.651.977 Millones de Pesos Chilenos

Activos 2011: 47.200 Millones de Dólares

#### ***II.4. Colombia***

##### *Empresa Colombiana de Petróleos S.A. Ecopetrol - ECOPETROL*

Es una sociedad de economía mixta, organizada bajo la forma de sociedad anónima, es la principal compañía de petróleo en Colombia. Se dedica a la exploración, producción, transporte, refinación y comercialización de hidrocarburos; a la petroquímica y a la búsqueda de energías alternativas.

Activos 2011: 85.251.174 Millones de Pesos Colombianos.

Activos 2011: 43.989,61 Millones de Dólares (Tasa de Cambio= 1937,98 Pesos/Dólar a 30 Dic 2011).

##### *Pacific Rubiales Energy Corporation - PREC*

Es una empresa independiente dedicada principalmente a la exploración y producción de petróleo y gas en Colombia. También dentro de su portafolio figura la exploración y explotación de carbón, oro, hierro, acero, producción de energía y cultivos de caucho y palma de aceite. En su último reporte sobre sociedades subordinadas, Pacific Rubiales Energy reportó la inscripción en la Cámara de Comercio de Bogotá de la sociedad Agro Cascada, para tratamiento de aguas residuales, y la Promotora Agrícola de los Llanos, para fomentar la producción pecuaria en tierras cercanas a Campo Rubiales.

Activos 2011: 5.449 Millones de Dólares.

##### *Grupo Bancolombia - PFBCOLOM*

Es una organización financiera colombiana, perteneciente al Grupo Sura, a su vez parte del Grupo Empresarial Antioqueño, es el banco privado más grande del país (por el tamaño de su patrimonio y activos) y uno de los más grandes de América Latina. Su centro de operaciones se encuentra en la ciudad de Medellín.

Activos 2011: 62.183.996,66 Millones de Pesos Colombianos

Activos 2011: 32.086,94 Millones de Dólares (Tasa de Cambio= 1937,98 Pesos/Dólar a 30 Dic 2011).

#### *Grupo de Inversiones Suramericana - GRUPOSURA*

Grupo de Inversiones Suramericana como empresa, no produce bienes ni servicios, sino que invierte en acciones de compañías que si lo hacen. Su “producto” es un sólido portafolio de inversiones representado en la acción de Grupo de Inversiones Suramericana, la cual se transa en la Bolsa de Valores de Colombia bajo el nemotécnico Gruposura y ofrece a sus accionistas dividendos y rentabilidad. Forma parte del Grupo Empresarial Antioqueño.

Activos 2011: 21.590.397,62 Millones de Pesos Colombianos

Activos 2011: 11.140,65 Millones de Dólares (Tasa de Cambio= 1937,98 Pesos/Dólar a 30 Dic 2011).

#### *Cementos Argos S.A.- CEMARGOS*

Es la mayor cementera de Colombia, es una de las mayores cementeras de Latinoamérica y tiene inversiones en Panamá, Haití y República Dominicana. Es también un importante productor de concreto en EEUU y exporta cemento y clínker a 27 países. La empresa cuenta con dos instalaciones portuarias en Venezuela, una en Panamá, una en República Dominicana y otra en Haití. Cementos Argos forma parte del mayor conglomerado de negocios del país, Grupo Empresarial Antioqueño (GEA).

Activos 2011: 15.760.938,01 Millones de Pesos Colombianos

Activos 2011: 8.132,64 Millones de Dólares (Tasa de Cambio= 1937,98 Pesos/Dólar a 30 Dic 2011).

## ***II.5. Perú***

### ***Volcán Compañía Minera S.A.A.- VOLCABCI***

Es una empresa minera diversificada y un importante productor global de zinc, plata y plomo. En 2006: adquiere la mina Zoraida, de Minera Santa Clara y Llacsacocha S.A. En el año 2007 adquiere el 100% de Compañía Minera El Pilar, propietaria de la mina El Pilar contigua a la mina y tajo de Cerro de Pasco.

Activo 2011: 1.785 Millones de dólares.

### ***Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.- CVERDECI***

Mina a tajo abierto que explota cobre. Sus principales productos son Cobre, Plata y Molibdeno. La mina es propiedad de Freeport-Mcmoran Copper & Gold.

Activo 2011: 3,196 Millones de dólares.

### ***Minsur S.A. – MINSURII***

Compañía minera que explota principalmente estaño y cobre en menor escala. Es la única productora de estaño en Perú y la segunda mina más grande de este metal en el mundo.

Activos 2011: 2.058 Millones de dólares

### ***FERREYCORP S.A.A. – FERREYCI***

Venta mayorista de maquinaria, equipo y materiales: pesca, construcción, minería, energía, transporte, agricultura, industria.

Activos 2011: 2.470 Millones de nuevos soles

Activos 2011: 915,49 Millones de Dólares (Tasa de Cambio= 2,7 Nuevos Soles/Dólar a 30 Dic 2011).

*Casa Grande S.A.A.- CASAGRCI*

Empresa agroindustrial, dedicada al cultivo, transformación e industrialización de la caña de azúcar y otros productos agrícolas. Comercializa productos derivados como azúcar, alcohol, melaza, fibra de bagazo y etanol. Forma parte del Grupo Gloria desde el 29 de enero del año 2006.

Activos 2011: 1.717 Millones de nuevos soles

Activos 2011: 636,4 Millones de Dólares (Tasa de Cambio= 2,7 Nuevos Soles/Dólar a 30 Dic 2011).



### ANEXO III. División de subperiodos por tendencias

| ACTIVO     | PERIODO<br>1           | PERIODO<br>2           | PERIODO<br>3           | PERIODO<br>4           | PERIODO<br>5           | PERIODO<br>6           | PERIODO<br>7 |
|------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------------|
| USA        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |              |
| S&P500     | 01/01/02-<br>09/10/02↓ | 10/10/02-<br>09/10/07↑ | 10/10/07-<br>09/03/09↓ | 10/03/09-<br>31/08/12↑ |                        |                        |              |
| BRASIL     |                        |                        |                        |                        |                        |                        |              |
| IBOVESPA   | 01/01/02-<br>20/05/08↑ | 21/05/08-<br>27/10/08↓ | 28/10/08-<br>05/11/10↑ | 08/11/10-<br>05/08/11↓ | 08/08/11-<br>13/03/12↑ | 14/03/12-<br>31/08/12↓ |              |
|            |                        |                        |                        |                        |                        |                        |              |
| VALE5      | 01/01/02-<br>20/05/08↑ | 21/05/08-<br>27/10/08↓ | 28/10/08-<br>05/11/10↑ | 08/11/10-<br>05/08/11↓ | 08/08/11-<br>13/03/12↑ | 14/03/12-<br>31/08/12↓ |              |
|            |                        |                        |                        |                        |                        |                        |              |
| PETR4      | 01/01/02-<br>20/05/08↑ | 21/05/08-<br>27/10/08↓ | 28/10/08-<br>01/12/09↑ | 02/12/09-<br>05/08/11↓ | 08/08/11-<br>13/03/12↑ | 14/03/12-<br>31/08/12↓ |              |
|            |                        |                        |                        |                        |                        |                        |              |
| ITUB4      | 01/01/02-<br>20/05/08↑ | 21/05/08-<br>27/10/08↓ | 28/10/08-<br>05/11/10↑ | 08/11/10-<br>05/08/11↓ | 08/08/11-<br>13/03/12↑ | 14/03/12-<br>31/08/12↓ |              |
|            |                        |                        |                        |                        |                        |                        |              |
| BBDC4      | 01/01/02-<br>20/05/08↑ | 21/05/08-<br>27/10/08↓ | 28/10/08-<br>05/11/10↑ | 08/11/10-<br>05/08/11↓ | 08/08/11-<br>13/03/12↑ | 14/03/12-<br>31/08/12↓ |              |
|            |                        |                        |                        |                        |                        |                        |              |
| VALE3      | 01/01/02-<br>20/05/08↑ | 21/05/08-<br>27/10/08↓ | 28/10/08-<br>05/11/10↑ | 08/11/10-<br>05/08/11↓ | 08/08/11-<br>13/03/12↑ | 14/03/12-<br>31/08/12↓ |              |
|            |                        |                        |                        |                        |                        |                        |              |
| MÉXICO     |                        |                        |                        |                        |                        |                        |              |
| IPC        | 01/01/02-<br>18/10/07↑ | 19/10/07-<br>27/10/08↓ | 28/10/08-<br>05/01/10↑ | 08/01/10-<br>08/08/11↓ | 09/08/11-<br>07/05/12↑ | 08/05/12-<br>31/08/12↓ |              |
|            |                        |                        |                        |                        |                        |                        |              |
| AMXL       | 01/01/02-<br>18/10/07↑ | 19/10/07-<br>27/10/08↓ | 28/10/08-<br>05/01/10↑ | 08/01/10-<br>08/08/11↓ | 09/08/11-<br>07/05/12↑ | 08/05/12-<br>31/08/12↓ |              |
|            |                        |                        |                        |                        |                        |                        |              |
| WALMEXV    | 01/01/02-<br>06/02/07↑ | 07/02/07-<br>02/03/09↓ | 03/03/09-<br>09/04/12↑ | 10/04/12-<br>31/08/12↓ |                        |                        |              |
|            |                        |                        |                        |                        |                        |                        |              |
| FEMSAUBD   | 01/01/02-<br>29/05/08↑ | 30/05/08-<br>27/10/08↓ | 28/10/08-<br>31/08/12↑ |                        |                        |                        |              |
|            |                        |                        |                        |                        |                        |                        |              |
| GMEXICOB   | 01/01/02-<br>29/10/07↑ | 30/10/07-<br>20/11/08↓ | 21/11/08-<br>03/01/11↑ | 04/01/11-<br>31/08/12↓ |                        |                        |              |
|            |                        |                        |                        |                        |                        |                        |              |
| TLEVISACPO | 01/01/02-<br>16/04/07↑ | 17/04/07-<br>06/03/09↓ | 09/03/09-<br>22/12/10↑ | 23/12/10-<br>31/08/12↓ |                        |                        |              |
|            |                        |                        |                        |                        |                        |                        |              |
| CHILE      |                        |                        |                        |                        |                        |                        |              |
| IPSA       | 01/01/02-<br>03/07/07↑ | 04/07/07-<br>10/10/08↓ | 13/10/08-<br>05/01/11↑ | 06/01/11-<br>08/08/11↓ | 09/08/11-<br>02/04/12↑ | 03/04/12-<br>31/08/12↓ |              |
|            |                        |                        |                        |                        |                        |                        |              |
| COPEC      | 01/01/02-<br>25/10/07↑ | 26/10/07-<br>16/12/08↓ | 17/12/08-<br>10/11/10↑ | 11/11/10-<br>04/10/11↓ | 05/10/11-<br>15/02/12↑ | 16/02/12-<br>31/08/12↓ |              |
|            |                        |                        |                        |                        |                        |                        |              |
| LAN        | 01/01/02-<br>03/07/07↑ | 04/07/07-<br>09/03/09↓ | 10/03/09-<br>02/11/10↑ | 03/11/10-<br>04/10/11↓ | 05/10/11-<br>30/03/12↑ | 02/04/12-<br>31/08/12↓ |              |
|            |                        |                        |                        |                        |                        |                        |              |
| ENDESA     | 01/01/02-<br>22/06/07↑ | 25/06/07-<br>21/01/08↓ | 22/01/08-<br>30/11/10↑ | 01/12/10-<br>04/10/11↓ | 05/10/11-<br>24/04/12↑ | 25/04/12-<br>31/08/12↓ |              |
|            |                        |                        |                        |                        |                        |                        |              |
| SQMB       | 01/01/02-<br>18/06/08↑ | 19/06/08-<br>10/10/08↓ | 13/10/08-<br>25/07/11↑ | 26/07/11-<br>04/10/11↓ | 05/10/11-<br>31/08/12↑ |                        |              |
|            |                        |                        |                        |                        |                        |                        |              |
| BSAN       | 01/01/02-<br>18/04/07↑ | 19/04/07-<br>10/10/08↓ | 13/10/08-<br>14/09/10↑ | 15/09/10-<br>25/11/11↓ | 28/11/11-<br>26/03/12↑ | 26/03/12-<br>31/08/12↓ |              |
|            |                        |                        |                        |                        |                        |                        |              |

| ACTIVO    | PERIODO<br>1 | PERIODO<br>2 | PERIODO<br>3 | PERIODO<br>4 | PERIODO<br>5 | PERIODO<br>6 | PERIODO<br>7 |
|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| COLOMBIA  |              |              |              |              |              |              |              |
| IGBC      | 03/01/02-    | 30/01/06-    | 29/06/06-    | 26/11/07-    | 28/10/08-    | 08/11/10-    | 28/11/11-    |
|           | 27/01/06↑    | 28/06/06↓    | 23/11/07↑    | 27/10/08↓    | 5/11/10↑     | 25/11/11↓    | 31/08/12↑    |
| ECOPETROL |              |              |              | 29/11/07-    | 28/10/08-    | 08/11/10-    | 28/11/11-    |
|           |              |              |              | 27/10/08↓    | 5/11/10↑     | 25/11/11↓    | 31/08/12↑    |
| PREC      |              |              |              |              | 24/12/09-    | 08/11/10-    | 28/11/11-    |
|           |              |              |              |              | 5/11/10↑     | 25/11/11↓    | 31/08/12↑    |
| PFBCOLOM  | 03/01/02-    | 30/01/06-    | 29/06/06-    | 26/11/07-    | 28/10/08-    | 08/11/10-    | 28/11/11-    |
|           | 27/01/06↑    | 28/06/06↓    | 23/11/07↑    | 27/10/08↓    | 5/11/10↑     | 25/11/11↓    | 31/08/12↑    |
| GRUPOSURA | 02/01/02-    | 30/01/06-    | 29/06/06-    | 26/11/07-    | 28/10/08-    | 08/11/10-    | 28/11/11-    |
|           | 27/01/06↑    | 28/06/06↓    | 23/11/07↑    | 27/10/08↓    | 5/11/10↑     | 25/11/11↓    | 31/08/12↑    |
| CEMARGOS  | 02/01/02-    | 30/01/06-    | 29/06/06-    | 26/11/07-    | 28/10/08-    | 08/11/10-    | 28/11/11-    |
|           | 27/01/06↑    | 28/06/06↓    | 23/11/07↑    | 27/10/08↓    | 5/11/10↑     | 25/11/11↓    | 31/08/12↑    |
| PERÚ      |              |              |              |              |              |              |              |
| IGBVL     | 02/01/02-    | 25/07/07-    | 28/10/08-    | 08/02/11-    | 05/10/11-    | 03/04/12-    |              |
|           | 24/07/07↑    | 27/10/08↓    | 07/02/11↑    | 04/10/11↓    | 02/04/12↑    | 31/08/12↓    |              |
| VOLCABC1  | 02/01/02-    | 17/07/07-    | 25/02/09-    |              |              |              |              |
|           | 16/07/07↑    | 24/02/09↓    | 31/08/12↑    |              |              |              |              |
| CVERDEC1  | 02/01/02-    | 16/10/07-    | 29/10/08-    | 04/01/11-    |              |              |              |
|           | 15/10/07↑    | 28/10/08↓    | 03/01/11↑    | 31/08/12↓    |              |              |              |
| MINSURI1  | 02/01/02-    | 09/08/07-    | 23/10/08-    | 07/02/11-    |              |              |              |
|           | 24/07/07↑    | 22/10/08↓    | 04/02/11↑    | 31/08/11↓    |              |              |              |
| FERREYC1  | 02/01/02-    | 10/05/07-    | 13/03/09-    | 07/02/11-    | 27/04/11-    | 28/03/12-    |              |
|           | 09/05/07↑    | 12/03/09↓    | 04/02/11↑    | 26/04/11↓    | 27/03/12↑    | 31/08/12↓    |              |
| CASAGRC1  | 02/01/02-    | 09/05/07-    | 29/10/08-    | 10/01/11-    | 21/11/11-    | 29/03/12-    |              |
|           | 08/05/07↑    | 28/10/08↓    | 07/01/11↑    | 18/11/11↓    | 28/03/12↑    | 31/08/12↓    |              |

Fuente: Elaboración propia. *Crisis Subprime*: octubre y diciembre de 2007 (Morado), septiembre y noviembre de 2008 (Azul), *Guerra de las divisas*: octubre de 2010 a enero de 2011 (Verde), *Recesión Unión Europea*: febrero a abril de 2012 (Terracota).

#### ANEXO IV. Rachas, Cálculos Parciales de Índices Bursátiles

| Activo            | Media  | n1   | n2   | $\mu$  | $\sigma$ | R    | Z     | P_valor |
|-------------------|--------|------|------|--------|----------|------|-------|---------|
| <b>S&amp;P500</b> | 0,0001 | 1257 | 1430 | 1338,9 | 25,8     | 1439 | 3,88  | 0,0%    |
| <b>IBOVESPA</b>   | 0,0005 | 1411 | 1370 | 1391,2 | 26,4     | 1424 | 1,24  | 21,3%   |
| <b>IPC</b>        | 0,0007 | 1377 | 1406 | 1392,3 | 26,4     | 1320 | -2,74 | 0,6%    |
| <b>IPSA</b>       | 0,0005 | 1393 | 1387 | 1391,0 | 26,4     | 1223 | -6,37 | 0,0%    |
| <b>IGBC</b>       | 0,0010 | 1249 | 1354 | 1300,4 | 25,5     | 1099 | -7,91 | 0,0%    |
| <b>IGBVL</b>      | 0,0008 | 897  | 840  | 868,6  | 20,8     | 767  | -4,88 | 0,0%    |

## ANEXO V. BDS

El estadístico  $W$  esta definido por la expresión:

$$W_{m,n}(\varepsilon) = \sqrt{n-m+1} \frac{C_{m,n}(\varepsilon) - C_{1,n-m+1}(\varepsilon)^m}{\sigma_{m,n-m+1}(\varepsilon)}$$

Donde  $C_{m,n}(\varepsilon)$  con dimensión  $m$  viene explicada como:

$$C_{m,n}(\varepsilon) \equiv \frac{2}{(n-m+1)(n-m)} \sum_{s=1}^{n-m} \sum_{t=s+1}^{n-m+1} \prod_{j=1}^{m-1} H_{\varepsilon}(x_{s+j}, x_{t+j})$$

(ANEXO V.1)

En donde  $H_{\varepsilon}$  toma los valores:

$$H_{\varepsilon} = \begin{cases} 1 & \text{si } |x_i - x_j| \leq \varepsilon \\ 0 & \text{en caso contrario} \end{cases}$$

(ANEXO V.2)

Además, la varianza  $\sigma_{m,n-m+1}(\varepsilon)$ , se determina mediante la ecuación:

$$\sigma_{m,n-m+1}(\varepsilon) = 4 \left\{ k^m + 2 \sum_{j=1}^{m-1} k^{m-j} C^{2j} + (m-1)^2 C^2 - m^2 k C^{2m-2} \right\}$$

(ANEXO V.3)

Donde el parámetro  $C$  de la varianza, es la integral de correlación de primera dimensión, es decir  $C \equiv C_1(\varepsilon)$ , y el parámetro  $k$  es la probabilidad de que la distancia entre las observaciones  $r, s$  y  $t \dots$  sea inferior a épsilon.

Ahora, al tomar dos rentabilidades  $r_i$  y  $r_j$ , con el fin de determinar si la diferencia entre ellas no es superior a  $\varepsilon$ , se deben estimar las respectivas probabilidades presentadas en las ecuaciones (ANEXO V.4) y (ANEXO V.5).

$$P_1 = P(|r_i - r_j| \leq \varepsilon), \quad ; i \neq j ; i, j \in \mathbb{N}$$

(ANEXO V.4)

$$P_2 = P(|r_i - r_j| \leq \varepsilon, |r_{i-1} - r_{j-1}| \leq \varepsilon, ) ; i \neq j ; i, j \in \mathbb{N}$$

(ANEXO V.5)

Para considerar  $r_i$  y  $r_j$  próximas se debe cumplir que  $P_2 = P_1^2$ , es decir  $R$  es una f(i.i.d), condición que al ser generalizada como hipótesis, se tiene la expresión:

$$H_0 : P_m = P_1^m \text{ ó } H_0 : R \sim f(\text{i.i.d})$$

(ANEXO V.6)

$$H_1 : P_m \neq P_1^m \text{ ó } H_1 : R \text{ no es una funcion (i.i.d)}$$

$$W_{m,n}(\varepsilon) = \sqrt{n - m + 1} \frac{C_{m,n}(\varepsilon) - C_{1,n-m+1}(\varepsilon)^m}{\sigma_{m,n-m+1}(\varepsilon)}$$

(ANEXO V.7)

Asintóticamente el estadístico BDS se comporta como una distribución Normal con media cero y desviación típica 1, es decir  $\lim_{n \rightarrow \infty} W_{m,n}(\varepsilon) \sim N(0,1)$ .

## ANEXO VI. BDS, Cálculos Parciales de Índices Bursátiles

| Dimensión                | Est.<br>BDS | Error<br>Est. | Est.<br>Z | P    | Dimensión              | Est.<br>BDS | Error<br>Est. | Est.<br>Z | P    |
|--------------------------|-------------|---------------|-----------|------|------------------------|-------------|---------------|-----------|------|
| <b><i>S&amp;P500</i></b> |             |               |           |      | <b><i>IBOVESPA</i></b> |             |               |           |      |
| 2                        | 0,021       | 0,002         | 10,7      | 0,0% | 2                      | 0,009       | 0,002         | 4,7       | 0,0% |
| 3                        | 0,049       | 0,003         | 16,0      | 0,0% | 3                      | 0,019       | 0,003         | 6,3       | 0,0% |
| 4                        | 0,072       | 0,004         | 19,7      | 0,0% | 4                      | 0,029       | 0,004         | 8,1       | 0,0% |
| 5                        | 0,089       | 0,004         | 23,1      | 0,0% | 5                      | 0,035       | 0,004         | 9,3       | 0,0% |
| 6                        | 0,098       | 0,004         | 26,5      | 0,0% | 6                      | 0,038       | 0,004         | 10,4      | 0,0% |
| <b><i>IPC</i></b>        |             |               |           |      | <b><i>IPSA</i></b>     |             |               |           |      |
| 2                        | 0,015       | 0,002         | 8,6       | 0,0% | 2                      | 0,022       | 0,002         | 13,1      | 0,0% |
| 3                        | 0,035       | 0,003         | 12,6      | 0,0% | 3                      | 0,044       | 0,003         | 16,6      | 0,0% |
| 4                        | 0,051       | 0,003         | 15,2      | 0,0% | 4                      | 0,060       | 0,003         | 18,8      | 0,0% |
| 5                        | 0,061       | 0,003         | 17,5      | 0,0% | 5                      | 0,067       | 0,003         | 20,3      | 0,0% |
| 6                        | 0,065       | 0,003         | 19,4      | 0,0% | 6                      | 0,070       | 0,003         | 22,0      | 0,0% |
| <b><i>IGBC</i></b>       |             |               |           |      | <b><i>IGBVL</i></b>    |             |               |           |      |
| 2                        | 0,030       | 0,002         | 16,4      | 0,0% | 2                      | 0,034       | 0,002         | 14,6      | 0,0% |
| 3                        | 0,055       | 0,003         | 19,3      | 0,0% | 3                      | 0,068       | 0,004         | 18,0      | 0,0% |
| 4                        | 0,071       | 0,003         | 20,8      | 0,0% | 4                      | 0,090       | 0,004         | 20,2      | 0,0% |
| 5                        | 0,077       | 0,004         | 21,6      | 0,0% | 5                      | 0,105       | 0,005         | 22,4      | 0,0% |
| 6                        | 0,077       | 0,003         | 22,7      | 0,0% | 6                      | 0,111       | 0,005         | 24,6      | 0,0% |

## ANEXO VII. Test Ljung Box, Cálculos Parciales de Índices Bursátiles

| Retardo      | $\rho$  | Est. Ljung<br>Box | P_Vvalor | Retardo         | $\rho$ | Est. Ljung<br>Box | P_Vvalor |
|--------------|---------|-------------------|----------|-----------------|--------|-------------------|----------|
| <b>SP500</b> |         |                   |          | <b>IBOVESPA</b> |        |                   |          |
| 1            | -0,104  | 28,9              | 0,0%     | 1               | -0,008 | 0,2               | 69,1%    |
| 2            | -0,048  | 35,2              | 0,0%     | 2               | -0,028 | 2,4               | 30,2%    |
| 3            | 0,030   | 37,6              | 0,0%     | 3               | -0,055 | 10,7              | 1,3%     |
| 4            | -0,016  | 38,3              | 0,0%     | 4               | -0,007 | 10,8              | 2,8%     |
| 5            | -0,044  | 43,6              | 0,0%     | 5               | 0,002  | 10,9              | 5,4%     |
| 6            | 0,014   | 44,1              | 0,0%     | 6               | -0,007 | 11,0              | 8,9%     |
| 7            | -0,039  | 48,2              | 0,0%     | 7               | -0,041 | 15,7              | 2,8%     |
| 8            | 0,034   | 51,3              | 0,0%     | 8               | 0,001  | 15,7              | 4,7%     |
| <b>IPC</b>   |         |                   |          | <b>IPSA</b>     |        |                   |          |
| 1            | 0,071   | 14,2              | 0,0%     | 1               | 0,153  | 65,5              | 0,0%     |
| 2            | -0,024  | 15,8              | 0,0%     | 2               | 0,005  | 65,5              | 0,0%     |
| 3            | -0,056  | 24,7              | 0,0%     | 3               | -0,052 | 73,2              | 0,0%     |
| 4            | -0,013  | 25,1              | 0,0%     | 4               | 0,032  | 76,0              | 0,0%     |
| 5            | -0,031  | 27,9              | 0,0%     | 5               | 0,000  | 76,0              | 0,0%     |
| 6            | -0,006  | 28,0              | 0,0%     | 6               | -0,025 | 77,7              | 0,0%     |
| 7            | -0,013  | 28,4              | 0,0%     | 7               | -0,051 | 85,0              | 0,0%     |
| 8            | -0,006  | 28,5              | 0,0%     | 8               | 0,031  | 87,7              | 0,0%     |
| <b>IGBC</b>  |         |                   |          | <b>IGBVL</b>    |        |                   |          |
| 1            | 0,1461  | 55,6              | 0,0%     | 1               | 0,145  | 36,4              | 0,0%     |
| 2            | 0,0210  | 56,8              | 0,0%     | 2               | -0,015 | 36,8              | 0,0%     |
| 3            | -0,0168 | 57,5              | 0,0%     | 3               | 0,070  | 45,4              | 0,0%     |
| 4            | -0,0131 | 57,9              | 0,0%     | 4               | 0,096  | 61,5              | 0,0%     |
| 5            | -0,0156 | 58,6              | 0,0%     | 5               | 0,027  | 62,8              | 0,0%     |
| 6            | -0,0790 | 74,9              | 0,0%     | 6               | -0,034 | 64,8              | 0,0%     |
| 7            | 0,0211  | 76,0              | 0,0%     | 7               | -0,015 | 65,2              | 0,0%     |
| 8            | 0,0205  | 77,1              | 0,0%     | 8               | 0,032  | 67,0              | 0,0%     |

## ANEXO VIII. Estados Unidos: Análisis empírico por subperiodos según tendencias

### RW1

#### VIII.1. Test de Rachas por Subperiodos EEUU.

| Activo | P_Vvalor       |         |           |           |          |
|--------|----------------|---------|-----------|-----------|----------|
| S&P500 | 2/1/02-31/8/12 | 2/1/02↓ | 10/10/02↑ | 10/10/07↓ | 10/3/09↑ |
|        | 0,0%           | 56,4%   | 0,0%      | 0,4%      | 27,7%    |

#### VIII.2. Test BDS por Subperiodos EEUU.

| Activo | m | P_Vvalor       |         |           |           |          |
|--------|---|----------------|---------|-----------|-----------|----------|
| S&P500 |   | 2/1/02-31/8/12 | 2/1/02↓ | 10/10/02↑ | 10/10/07↓ | 10/3/09↑ |
|        | 2 | 0,0%           | 8,7%    | 0,0%      | 0,0%      | 3,7%     |
|        | 3 | 0,0%           | 1,1%    | 0,0%      | 0,0%      | 0,0%     |
|        | 4 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 0,0%      | 0,0%     |
|        | 5 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 0,0%      | 0,0%     |
|        | 6 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 0,0%      | 0,0%     |

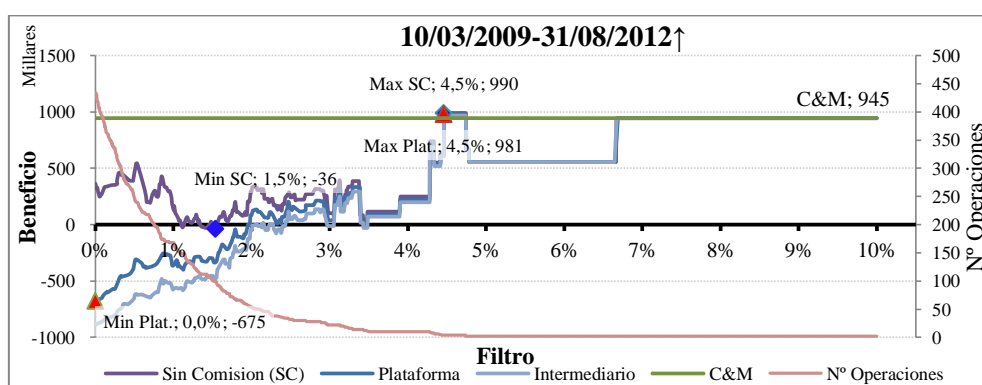
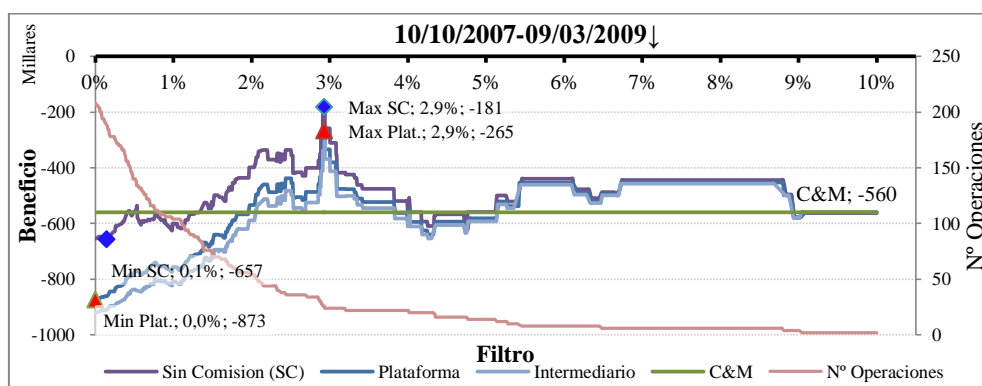
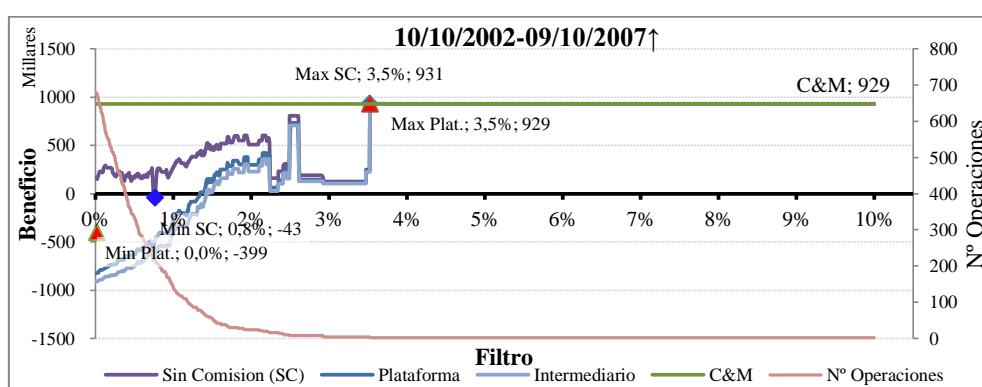
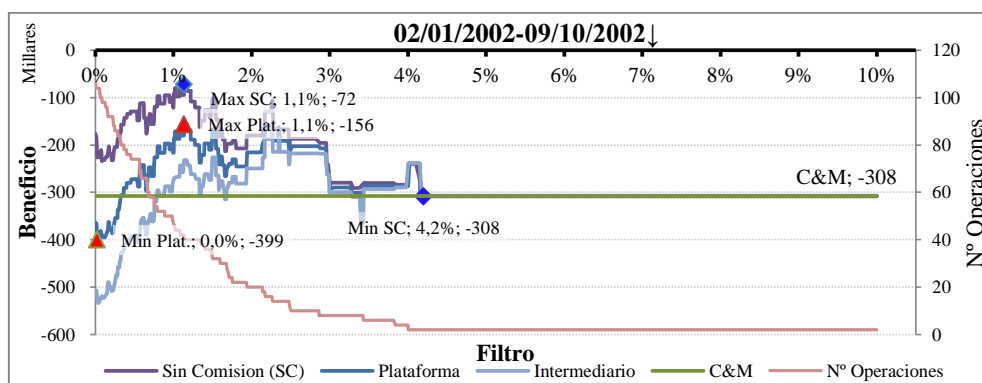
### RW2

#### VIII.3. Filtros de Alexander por subperiodos S&P500 (Tabla).

| Activo     |     | Benef, Filtro  | Benef, Filtro | Benef, Filtro | Benef, Filtro | Benef, Filtro |
|------------|-----|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|            |     | [\$] [%]       | [\$] [%]      | [\$] [%]      | [\$] [%]      | [\$] [%]      |
| S&P500     |     | 2/1/02-31/8/12 | 2/1/02↓       | 10/10/02↑     | 10/10/07↓     | 10/3/09↑      |
| Sin Com.   | Max | 0,28 6,71%     | -0,07 1,13%   | 0,93 3,52%    | -0,18 2,93%   | 0,99 4,46%    |
|            | Min | -0,69 0,24%    | -0,31 4,20%   | -0,04 0,76%   | -0,66 0,15%   | -0,04 1,54%   |
| Com. Plat. | Max | 0,25 6,71%     | -0,16 1,13%   | 0,93 3,53%    | -0,27 2,93%   | 0,98 4,46%    |
|            | Min | -0,99 0,00%    | -0,4 0,02%    | -0,82 0,00%   | -0,87 0,00%   | -0,68 0,00%   |
| Com. Int.  | Max | 0,22 6,71%     | -0,16 2,26%   | 0,93 3,52%    | -0,3 2,93%    | 0,97 4,46%    |
|            | Min | -0,99 0,00%    | -0,53 0,03%   | -0,91 0,00%   | -0,92 0,00%   | -0,88 0,00%   |
| C&M        |     | 0,22           | -0,31         | 0,93          | -0,56         | 0,94          |



#### VIII.4. Filtros de Alexander por subperiodos S&P500 (Gráficos).



### RW3

#### VIII.5. Test Ljung Box y Test de Bartlett por subperiodos EEUU.

| Activo | m               | Coeficiente de Autocorrelación $\rho$ -Test Ljung Box |                |                |                |                |
|--------|-----------------|---|----------------|----------------|----------------|----------------|
|        |                 | 2/1/02-31/8/12  | 25/7/07↓       | 2/1/06↑        | 25/7/07↓       | 28/10/08↑      |
| S&P500 | 1               | <b>-0,1036</b>  | <b>-0,0026</b> | <b>-0,0939</b> | <b>-0,1588</b> | <b>-0,0855</b> |
|        |                 | 0%  | 97%            | 0%             | 0%             | 1%             |
|        | 2               | <b>-0,0485</b>  | <b>-0,0853</b> | 0,0230         | <b>-0,1572</b> | <b>0,0492</b>  |
|        |                 | 0%  | 49%            | 0%             | 0%             | 1%             |
|        | 3               | <b>0,0296</b>   | <b>-0,0131</b> | -0,0059        | <b>0,1340</b>  | <b>-0,0804</b> |
|        |                 | 0%  | 69%            | 1%             | 0%             | 0%             |
|        | 4               | -0,0164   | <b>-0,0880</b> | 0,0281         | <b>-0,0778</b> | <b>0,0536</b>  |
|        |                 | 0%  | 55%            | 1%             | 0%             | 0%             |
|        | 5               | <b>-0,0442</b>  | <b>0,0175</b>  | <b>-0,0457</b> | -0,0394        | <b>-0,0838</b> |
|        |                 | 0%  | 69%            | 1%             | 0%             | 0%             |
|        | 6               | 0,0144  | <b>-0,0429</b> | 0,0079         | 0,0434         | 0,0179         |
|        |                 | 0%  | 75%            | 2%             | 0%             | 0%             |
|        | 7               | <b>-0,0391</b>  | <b>-0,0514</b> | <b>-0,0852</b> | -0,0564        | 0,0086         |
|        |                 | 0%  | 78%            | 0%             | 0%             | 0%             |
|        | 8               | <b>0,0335</b>   | <b>0,0904</b>  | 0,0265         | <b>0,0843</b>  | -0,0439        |
|        |                 | 0%  | 68%            | 0%             | 0%             | 0%             |
|        | <b>Bartlett</b> | <b>±0,027</b>   | <b>±0,100</b>  | <b>±0,039</b>  | <b>±0,074</b>  | <b>±0,047</b>  |

#### VIII.6. Evaluación conjunta del recorrido aleatorio EEUU.

| Activo | Test             | Evaluación     |          |          |          |          |
|--------|------------------|----------------|----------|----------|----------|----------|
|        |                  | 2/1/06-31/8/12 | 10/10/02 | 10/10/07 | 10/03/09 | 31/08/12 |
|        |                  |                | ↓        | ↑        | ↓        | ↑        |
| S&P500 | RACHAS           | 0              | 1        | 0        | 0        | 1        |
|        | BDS              | 0              | 1        | 0        | 0        | 0        |
|        | FILTROS          | 0              | 0        | 1        | 0        | 0        |
|        | Ljung Box        | 0              | 1        | 0        | 0        | 0        |
|        | BAR              | 0              | 1        | 0        | 0        | 0        |
|        | <b>CONJUNT A</b> | <b>0</b>       | <b>4</b> | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> |

Se asigna un valor de uno (1) si el test cumple con el criterio de aleatoriedad, cero (0) en el caso contrario o cero coma cinco (0,5) en resultados no concluyentes. En la última fila se registra la suma de las pruebas que significa la evaluación conjunta para cada subperiodo.

## ANEXO IX. Brasil: Análisis empírico por subperiodos según tendencias

### RW1

#### IX.1. Test de Rachas por subperiodos Brasil.

| Activo   | P_Valor        |         |          |           |          |          |           |
|----------|----------------|---------|----------|-----------|----------|----------|-----------|
| IBOVESPA | 1/1/02-31/8/12 | 1/1/02↑ | 20/5/08↓ | 28/10/08↑ | 8/11/10↓ | 8/8/11↑  | 14/3/12↓  |
|          | 21,3%          | 21,1%   | 59,2%    | 92,4%     | 67,3%    | 46%      | 30%       |
| VALE5    | 1/1/02-31/8/12 | 1/1/02↑ | 20/5/08↓ | 28/10/08↑ |          | 8/11/10↓ |           |
|          | 0%             | 0,1%    | 86,1%    | 93,6%     |          | 73%      |           |
| PETR4    | 1/1/02-31/8/12 | 1/1/02↑ | 20/5/08↓ | 28/10/08↑ | 2/12/09↓ | 8/8/11↑  | 14/38/12↓ |
|          | 7,6%           | 17,2%   | 6,0%     | 70,0%     | 45%      | 29%      | 64%       |
| ITUB4    | 1/1/02-31/8/12 | 1/1/02↑ | 20/5/08↓ | 28/10/08↑ | 8/11/10↓ | 8/8/11↑  | 14/3/12↓  |
|          | 0,4%           | 10,9%   | 100%     | 72%       | 89%      | 0%       | 81%       |
| BBDC4    | 1/1/02-31/8/12 | 1/1/02↑ | 20/5/08↓ | 28/10/08↑ | 8/11/10↓ | 8/8/11↑  | 14/3/12↓  |
|          | 10,8%          | 21,4%   | 34,8%    | 21%       | 34%      | 42%      | 14%       |
| VALE3    | 1/1/02-31/8/12 | 1/1/02↑ | 20/5/08↓ | 28/10/08↑ |          | 8/11/10↓ |           |
|          | 1,4%           | 3,1%    | 86,1%    | 66%       |          | 60%      |           |

#### IX.2. Test BDS por subperiodos Brasil.

|          | m | P_Valor        |         |          |           |          |          |          |
|----------|---|----------------|---------|----------|-----------|----------|----------|----------|
| IBOVESPA |   | 1/1/02-31/8/12 | 1/1/02↑ | 20/5/08↓ | 28/10/08↑ | 8/11/10↓ | 8/8/11↑  | 14/3/12↓ |
|          | 2 | 0,0%           | 28,6%   | 16,7%    | 0,0%      | 70,8%    | 18,6%    | 55,7%    |
|          | 3 | 0,0%           | 0,9%    | 0,0%     | 0,0%      | 23,5%    | 9,6%     | 80,8%    |
|          | 4 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%     | 0,0%      | 17,6%    | 6,2%     | 68,3%    |
|          | 5 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%     | 0,0%      | 7,9%     | 6,5%     | 79,6%    |
|          | 6 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%     | 0,0%      | 32,2%    | 5,8%     | 53,3%    |
| VALE5    |   | 1/1/02-31/8/12 | 1/1/02↑ | 20/5/08↓ | 28/10/08↑ |          | 8/11/10↓ |          |
|          | 2 | 0,0%           | 0,0%    | 64,1%    | 0,1%      |          | 54,2%    |          |
|          | 3 | 0,0%           | 0,0%    | 7,4%     | 0,0%      |          | 27,0%    |          |
|          | 4 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%     | 0,0%      |          | 42,3%    |          |
|          | 5 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%     | 0,0%      |          | 50,2%    |          |
|          | 6 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%     | 0,0%      |          | 55,1%    |          |
| PETR4    |   | 1/1/02-31/8/12 | 1/1/02↑ | 20/5/08↓ | 28/10/08↑ | 2/12/09↓ | 8/8/11↑  | 14/3/12↓ |
|          | 2 | 0,0%           | 0,0%    | 1,9%     | 10,7%     | 0,2%     | 97,0%    | 2,9%     |
|          | 3 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%     | 0,3%      | 0,3%     | 51,2%    | 0,5%     |
|          | 4 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%     | 0,0%      | 0,3%     | 57,8%    | 0,6%     |
|          | 5 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%     | 0,0%      | 0,0%     | 54,3%    | 0,5%     |
|          | 6 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%     | 0,0%      | 0,0%     | 52,8%    | 0,9%     |
| ITUB4    |   | 1/1/02-31/8/12 | 1/1/02↑ | 20/5/08↓ | 28/10/08↑ | 8/11/10↓ | 8/8/11↑  | 14/3/12↓ |
|          | 2 | 0,0%           | 2,5%    | 0,1%     | 0,0%      | 86,3%    | 0,0%     | 37,7%    |
|          | 3 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%     | 0,0%      | 92,0%    | 0,0%     | 25,8%    |
|          | 4 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%     | 0,0%      | 78,7%    | 0,0%     | 20,4%    |
|          | 5 | 0,0%           | 0,0%    | 0,1%     | 0,0%      | 45,9%    | 0,0%     | 47,1%    |
|          | 6 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%     | 0,0%      | 55,0%    | 0,0%     | 51,7%    |
| BBDC4    |   | 1/1/02-31/8/12 | 1/1/02↑ | 20/5/08↓ | 28/10/08↑ | 8/11/10↓ | 8/8/11↑  | 14/3/12↓ |
|          | 2 | 0,0%           | 0,6%    | 0,6%     | 0,0%      | 96,4%    | 0,0%     | 6,9%     |
|          | 3 | 0,0%           | 0,1%    | 0,0%     | 0,0%      | 69,2%    | 0,0%     | 22,9%    |
|          | 4 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%     | 0,0%      | 93,0%    | 0,0%     | 17,6%    |
|          | 5 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%     | 0,0%      | 68,3%    | 0,0%     | 54,7%    |
|          | 6 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%     | 0,0%      | 80,8%    | 0,0%     | 74,9%    |

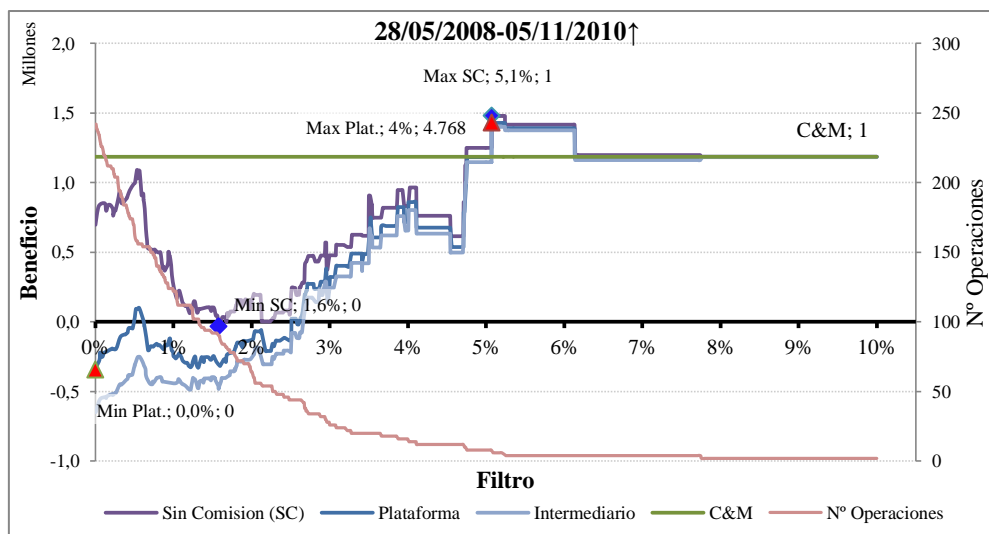
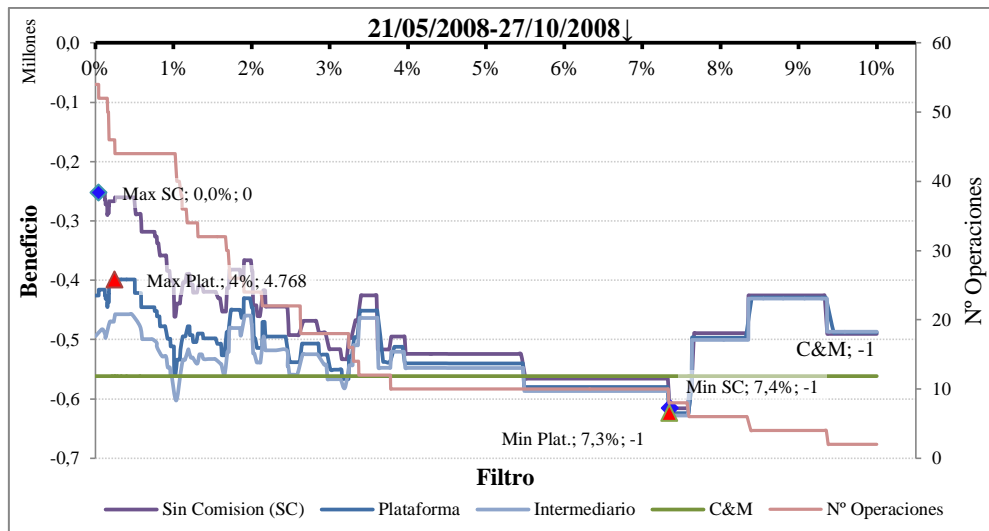
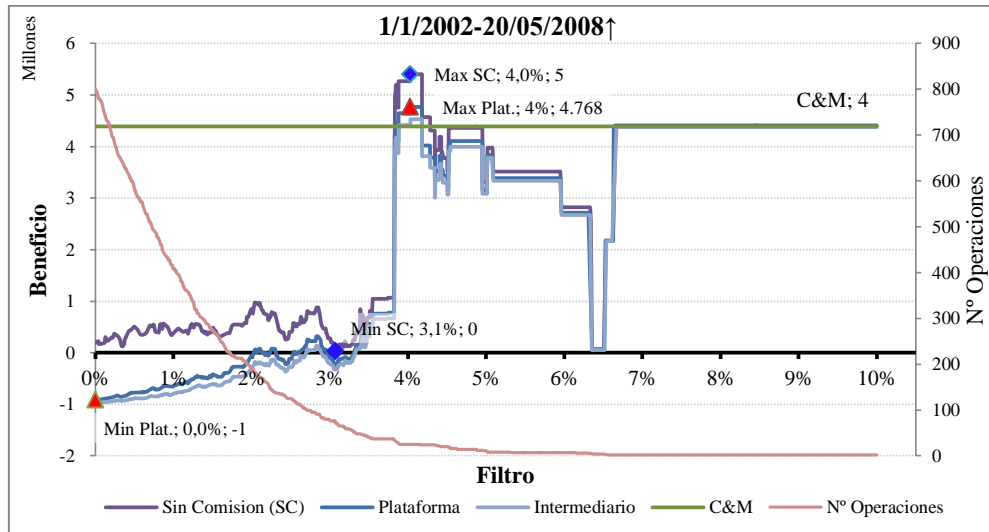
|       | m | P_Vvalor       |         |          |           |          |
|-------|---|----------------|---------|----------|-----------|----------|
| VALE3 |   | 1/1/02-31/8/12 | 1/1/02↑ | 20/5/08↓ | 28/10/08↑ | 8/11/10↓ |
|       | 2 | 0,0%           | 0,1%    | 78,9%    | 0,1%      | 19,3%    |
|       | 3 | 0,0%           | 0,0%    | 0,9%     | 0,0%      | 14,0%    |
|       | 4 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%     | 0,0%      | 19,8%    |
|       | 5 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%     | 0,0%      | 18,9%    |
|       | 6 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%     | 0,0%      | 21,8%    |

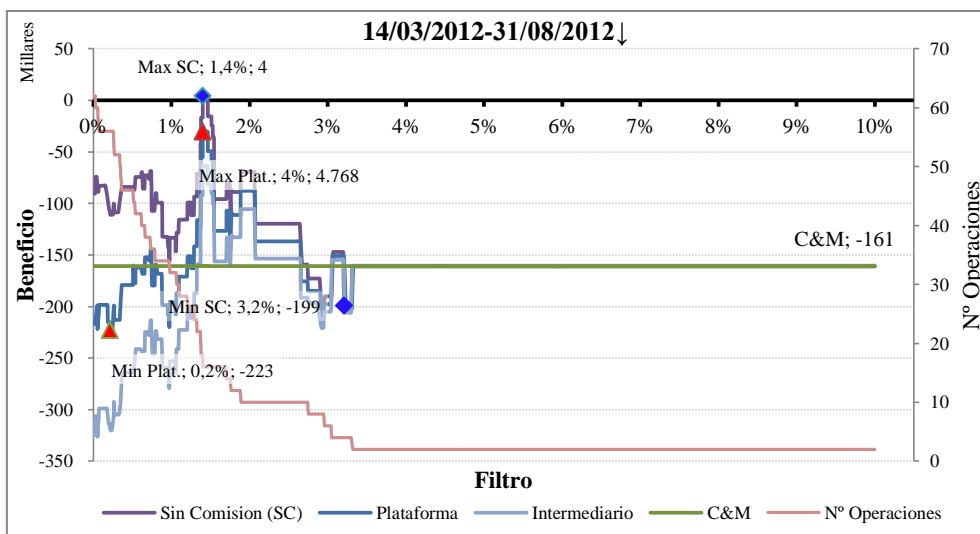
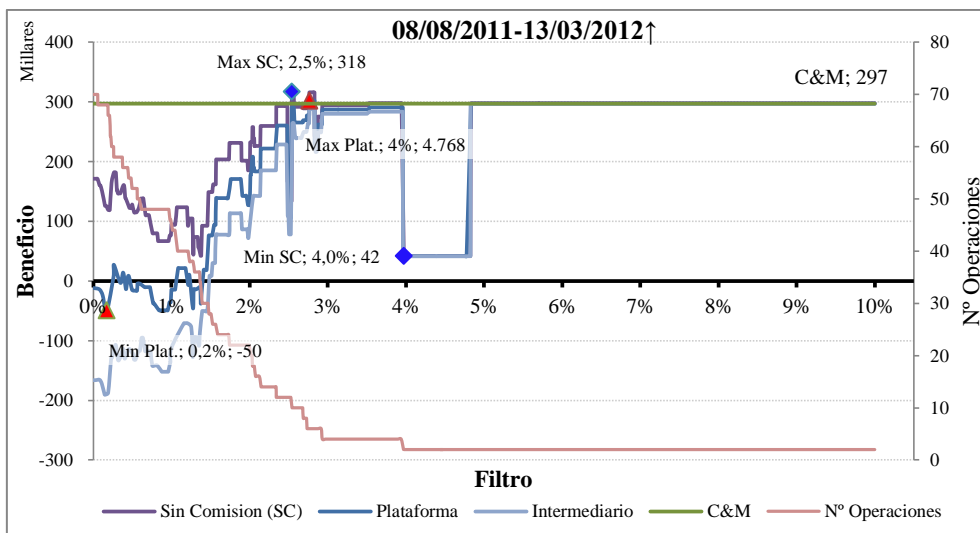
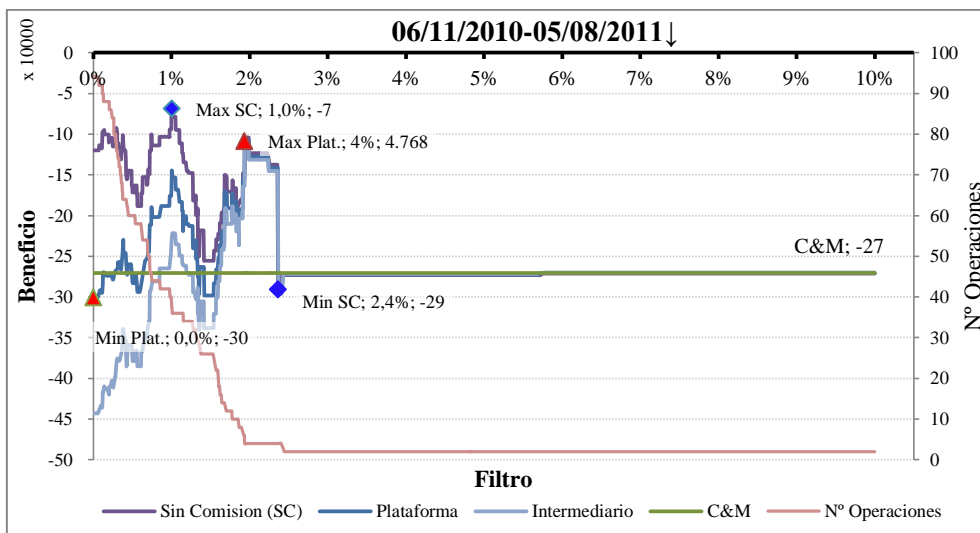
RW2

### IX.3. Filtros de Alexander por subperiodos Brasil (Tabla)

| Activo          |     | Benef, Filtro         | Benef, Filtro    | Benef, Filtro    | Benef, Filtro      | Benef, Filtro      | Benef, Filtro      | Benef, Filtro      | Benef, Filtro | Benef, Filtro | Benef, Filtro |
|-----------------|-----|-----------------------|------------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------|---------------|---------------|
|                 |     | [\$] [%]              | [\$] [%]         | [\$] [%]         | [\$] [%]           | [\$] [%]           | [\$] [%]           | [\$] [%]           | [\$] [%]      | [\$] [%]      | [\$] [%]      |
| <b>IBOVESPA</b> |     | <b>1/1/02-31/8/12</b> | <b>01/01/02↑</b> | <b>21/05/08↓</b> | <b>28/10/2008↑</b> | <b>08/11/2010↓</b> | <b>08/08/2011↑</b> | <b>14/03/2012↓</b> |               |               |               |
| Sin Com.        | Max | 4,65 5,07             | 5,40 4,03        | -0,25 0,04       | 1,48 5,07          | -0,07 1,00         | 0,32 2,54          | 0,10 1,38          |               |               |               |
|                 | Min | -0,31 6,35            | 0,04 3,07        | -0,62 7,35       | -0,03 1,58         | -0,29 2,36         | 0,04 3,97          | -0,15 2,50         |               |               |               |
| Com. Plat.      | Max | 4,14 8,36             | 4,77 4,03        | -0,40 0,25       | 1,43 5,07          | -0,11 1,93         | 0,30 2,76          | 0,02 1,38          |               |               |               |
|                 | Min | -0,99 0,00            | -0,91 0,00       | -0,62 7,34       | -0,34 0,00         | -0,30 0,00         | -0,05 0,17         | -0,28 0,21         |               |               |               |
| Com. Int.       | Max | 4,07 8,36             | 4,53 4,03        | -0,43 8,36       | 1,40 5,07          | -0,11 1,93         | 0,30 4,83          | -0,01 3,05         |               |               |               |
|                 | Min | -0,99 0,00            | -0,96 0,00       | -0,63 7,34       | -0,65 0,00         | -0,44 0,00         | -0,19 0,14         | -0,43 0,00         |               |               |               |
| C&M             |     | <b>3,21</b>           | <b>4,39</b>      | <b>-0,56</b>     | <b>1,19</b>        | <b>-0,27</b>       | <b>0,30</b>        | <b>-0,02</b>       |               |               |               |
| <b>VALE5</b>    |     | <b>1/1/02-31/8/12</b> | <b>01/01/02↑</b> | <b>21/05/08↓</b> | <b>28/10/2008↑</b> | <b>08/11/2010↓</b> |                    |                    |               |               |               |
| Sin Com.        | Max | 14,6 0,00             | 13,9 7,34        | -0,28 0,02       | 1,23 4,65          |                    | 0,16 0,19          |                    |               |               |               |
|                 | Min | -0,07 2,92            | 1,66 2,84        | -0,65 6,59       | -0,07 2,76         |                    | -0,45 6,01         |                    |               |               |               |
| Com. Plat.      | Max | 10,3 8,32             | 13,6 7,33        | -0,42 0,00       | 1,15 13,2          |                    | -0,04 2,39         |                    |               |               |               |
|                 | Min | -0,97 0,11            | -0,88 0,17       | -0,67 6,61       | -0,37 0,00         |                    | -0,45 6,02         |                    |               |               |               |
| Com. Int.       | Max | 10,1 8,64             | 13,4 7,33        | -0,49 0,00       | 1,15 13,2          |                    | -0,10 2,38         |                    |               |               |               |
|                 | Min | -0,99 0,09            | -0,97 0,08       | -0,68 1,85       | -0,66 0,00         |                    | -0,61 0,07         |                    |               |               |               |
| C&M             |     | <b>6,21</b>           | <b>12,06</b>     | <b>-0,61</b>     | <b>1,15</b>        | <b>-0,35</b>       |                    |                    |               |               |               |
| <b>PETRA4</b>   |     | <b>1/1/02-31/8/12</b> | <b>01/01/02↑</b> | <b>21/05/08↓</b> | <b>28/10/2008↑</b> | <b>02/12/2009↓</b> | <b>08/08/2011↑</b> | <b>14/03/2012↓</b> |               |               |               |
| Sin Com.        | Max | 10,1 0,00             | 7,81 0,06        | -0,28 0,00       | 1,15 5,20          | 0,15 0,20          | 0,26 5,43          | -0,01 1,68         |               |               |               |
|                 | Min | -0,64 8,88            | -0,12 8,90       | -0,65 5,92       | -0,06 2,31         | -0,48 10,0         | -0,05 3,23         | -0,33 3,26         |               |               |               |
| Com. Plat.      | Max | 3,14 10,6             | 7,45 7,57        | -0,42 0,00       | 1,06 5,20          | -0,17 3,54         | 0,26 5,35          | -0,06 1,65         |               |               |               |
|                 | Min | -0,98 0,00            | -0,94 0,00       | -0,67 6,04       | -0,48 0,49         | -0,47 9,94         | -0,18 0,25         | -0,36 3,26         |               |               |               |
| Com. Int.       | Max | 3,09 10,6             | 7,39 7,57        | -0,49 0,00       | 1,04 12,4          | -0,18 3,52         | 0,26 5,92          | -0,10 1,67         |               |               |               |
|                 | Min | -0,99 0,00            | -0,98 0,00       | -0,68 1,83       | -0,61 0,49         | -0,63 0,00         | -0,29 0,23         | -0,38 3,27         |               |               |               |
| C&M             |     | <b>2,29</b>           | <b>6,79</b>      | <b>-0,61</b>     | <b>0,93</b>        | <b>-0,18</b>       | <b>0,26</b>        | <b>-0,15</b>       |               |               |               |
| <b>ITUB4</b>    |     | <b>1/1/02-31/8/12</b> | <b>01/01/02↑</b> | <b>21/05/08↓</b> | <b>28/10/2008↑</b> | <b>08/11/2010↓</b> | <b>08/08/2011↑</b> | <b>14/03/2012↓</b> |               |               |               |
| Sin Com.        | Max | 11,1 0,00             | 7,16 0,00        | -0,27 1,64       | 1,50 14,6          | -0,05 1,45         | 0,48 0,81          | 0,09 0,00          |               |               |               |
|                 | Min | -0,20 9,46            | -0,25 9,58       | -0,52 18,9       | 0,15 2,62          | -0,36 10,0         | -0,97 3,08         | -0,25 4,05         |               |               |               |
| Com. Plat.      | Max | 5,96 6,70             | 5,88 6,66        | -0,29 9,61       | 1,50 14,6          | -0,11 2,65         | 0,48 11,9          | -0,04 0,30         |               |               |               |
|                 | Min | -0,98 0,20            | -0,94 0,12       | -0,52 0,48       | -0,19 0,00         | -0,37 0,32         | 0,14 2,73          | -0,25 4,41         |               |               |               |
| Com. Int.       | Max | 5,64 6,70             | 5,80 6,66        | -0,29 9,61       | 1,49 14,6          | -0,12 2,65         | 0,48 11,9          | -0,07 2,65         |               |               |               |
|                 | Min | -0,99 0,10            | -0,98 0,03       | -0,58 0,47       | -0,55 0,00         | -0,48 0,13         | 0,04 0,18          | -0,26 0,75         |               |               |               |
| C&M             |     | <b>4,07</b>           | <b>4,43</b>      | <b>-0,52</b>     | <b>1,50</b>        | <b>-0,35</b>       | <b>0,48</b>        | <b>-0,15</b>       |               |               |               |
| <b>BBDC4</b>    |     | <b>1/1/02-31/8/12</b> | <b>01/01/02↑</b> | <b>21/05/08↓</b> | <b>28/10/2008↑</b> | <b>08/11/2010↓</b> | <b>08/08/2011↑</b> | <b>14/03/2012↓</b> |               |               |               |
| Sin Com.        | Max | 11,5 4,04             | 9,00 4,05        | -0,16 0,06       | 1,17 6,74          | -0,04 0,00         | 0,33 0,28          | 0,22 0,23          |               |               |               |
|                 | Min | -0,22 8,81            | -0,25 9,39       | -0,52 6,94       | -0,10 1,91         | -0,34 3,30         | -0,97 3,61         | -0,12 3,13         |               |               |               |
| Com. Plat.      | Max | 7,79 4,39             | 6,65 4,05        | -0,31 7,78       | 1,12 6,74          | -0,12 2,95         | 0,28 18,4          | 0,10 0,23          |               |               |               |
|                 | Min | -0,99 0,00            | -0,97 0,02       | -0,53 6,92       | -0,54 0,00         | -0,35 3,30         | 0,05 0,08          | -0,14 1,10         |               |               |               |
| Com. Int.       | Max | 6,58 4,38             | 5,91 4,05        | -0,31 7,78       | 1,10 6,74          | -0,12 2,95         | 0,28 18,4          | 0,04 2,52          |               |               |               |
|                 | Min | -0,99 0,00            | -0,99 0,02       | -0,53 6,89       | -0,76 0,00         | -0,40 0,89         | -0,11 0,08         | -0,19 1,10         |               |               |               |
| C&M             |     | <b>5,13</b>           | <b>4,80</b>      | <b>-0,47</b>     | <b>1,05</b>        | <b>-0,26</b>       | <b>0,28</b>        | <b>0,03</b>        |               |               |               |
| <b>VALE3</b>    |     | <b>1/1/02-31/8/12</b> | <b>01/01/02↑</b> | <b>21/05/08↓</b> | <b>28/10/2008↑</b> | <b>08/11/2010↓</b> |                    |                    |               |               |               |
| Sin Com.        | Max | 16,8 0,74             | 18,6 7,11        | -0,02 0,00       | 1,40 8,11          |                    | 0,01 2,26          |                    |               |               |               |
|                 | Min | 0,60 2,76             | 2,10 2,87        | -0,73 7,90       | -0,13 2,59         |                    | -0,47 6,30         |                    |               |               |               |
| Com. Plat.      | Max | 7,56 8,42             | 18,1 7,11        | -0,22 0,00       | 1,38 8,11          |                    | -0,07 2,26         |                    |               |               |               |
|                 | Min | -0,97 0,00            | -0,93 0,00       | -0,74 7,75       | -0,37 2,56         |                    | -0,47 4,04         |                    |               |               |               |
| Com. Int.       | Max | 7,32 8,42             | 17,9 7,11        | -0,30 0,00       | 1,36 8,06          |                    | -0,14 2,54         |                    |               |               |               |
|                 | Min | -0,99 0,00            | -0,98 0,00       | -0,74 7,44       | -0,64 0,08         |                    | -0,68 0,02         |                    |               |               |               |
| C&M             |     | <b>6,71</b>           | <b>15,75</b>     | <b>-0,64</b>     | <b>1,21</b>        | <b>-0,41</b>       |                    |                    |               |               |               |

#### IX.4. Filtros de Alexander por subperiodos Brasil (Gráfico)





## IX.5. Test Ljung Box y Test de Bartlett por subperiodos Brasil

| ACTIVO   | m        | Coeficiente de Autocorrelación p -Test Ljung Box |         |          |           |          |         |          |
|----------|----------|--|---------|----------|-----------|----------|---------|----------|
| IBOVESPA | 1        | 1/1/02-31/8/12                                   | 1/1/02↑ | 20/5/08↓ | 28/10/08↑ | 8/11/10↓ | 8/8/11↑ | 14/3/12↓ |
|          |          | -0,008   | -0,005  | 0,041    | -0,042    | 0,028    | -0,101  | -0,001   |
|          | 2        | 69,11%   | 84,32%  | 65,50%   | 32,76%    | 69,11%   | 20,00%  | 99,55%   |
|          |          | -0,028   | 0,001   | -0,271   | 0,061     | 0,125    | -0,023  | -0,017   |
|          | 3        | 30,22%   | 98,03%  | 1,18%    | 22,73%    | 19,55%   | 42,18%  | 98,20%   |
|          |          | -0,055   | -0,040  | -0,062   | -0,054    | 0,036    | -0,099  | -0,067   |
|          | 4        | 1,35%  | 44,43%  | 2,51%    | 20,90%    | 31,74%   | 34,77%  | 89,53%   |
|          |          | -0,007   | -0,023  | 0,044    | 0,042     | 0,049    | 0,028   | 0,000    |
|          | 5        | 2,84%  | 46,42%  | 4,83%    | 24,29%    | 40,39%   | 48,96%  | 96,25%   |
|          |          | 0,002  | -0,006  | 0,145    | -0,039    | 0,086    | -0,163  | 0,073    |
| VALES    | 1        | 5,44%  | 60,18%  | 3,33%    | 27,98%    | 35,51%   | 16,93%  | 93,58%   |
|          |          | -0,007   | 0,022   | -0,039   | -0,066    | -0,078   | 0,082   | -0,109   |
|          | 2        | 8,85%  | 61,72%  | 5,57%    | 19,58%    | 34,27%   | 18,08%  | 82,89%   |
|          |          | -0,041   | -0,060  | -0,078   | -0,030    | -0,002   | -0,010  | -0,038   |
|          | 3        | 2,83%  | 16,48%  | 7,08%    | 24,58%    | 45,32%   | 26,05%  | 88,23%   |
|          |          | 0,001  | -0,035  | 0,013    | -0,022    | 0,053    | -0,001  | 0,127    |
|          | 4        | 4,73%  | 12,84%  | 10,92%   | 31,33%    | 49,96%   | 35,15%  | 74,25%   |
|          |          | ±0,038   | ±0,048  | ±0,184   | ±0,085    | ±0,140   | ±0,156  | ±0,178   |
|          | Bartlett |  |         |          |           |          |         |          |
|          |          | 1/1/02-31/8/12                                   | 1/1/02↑ | 20/5/08↓ | 28/10/08↑ | 8/11/10↓ | 8/8/11↑ | 14/3/12↓ |
| PETR4    | 1        | 0,028  | 0,046   | 0,020    | -0,026    | 0,096    |         |          |
|          |          | 14,13%   | 6,28%   | 83,15%   | 55,32%    | 5,62%    |         |          |
|          | 2        | -0,066   | -0,040  | -0,335   | 0,010     | -0,068   |         |          |
|          |          | 0,08%  | 4,66%   | 0,13%    | 81,73%    | 6,45%    |         |          |
|          | 3        | -0,072   | -0,048  | -0,158   | -0,060    | -0,046   |         |          |
|          |          | 0,00%  | 1,84%   | 0,10%    | 50,57%    | 9,76%    |         |          |
|          | 4        | 0,017  | 0,006   | 0,071    | 0,018     | 0,019    |         |          |
|          |          | 0,00%  | 3,90%   | 0,21%    | 64,21%    | 16,79%   |         |          |
|          | 5        | -0,002   | -0,013  | 0,153    | -0,050    | -0,018   |         |          |
|          |          | 0,00%  | 6,52%   | 0,14%    | 57,15%    | 25,39%   |         |          |
| PETR4    | 1        | 0,016  | 0,032   | 0,038    | -0,056    | -0,102   |         |          |
|          |          | 0,00%  | 5,98%   | 0,29%    | 48,10%    | 9,70%    |         |          |
|          | 2        | -0,042   | -0,056  | -0,076   | -0,030    | -0,012   |         |          |
|          |          | 0,00%  | 1,54%   | 0,44%    | 54,00%    | 14,81%   |         |          |
|          | 3        | 0,006  | -0,011  | -0,011   | -0,024    | 0,036    |         |          |
|          |          | 0,00%  | 2,51%   | 0,82%    | 61,33%    | 18,41%   |         |          |
|          | Bartlett | ±0,038   | ±0,048  | ±0,184   | ±0,085    | ±0,099   |         |          |
|          |          | 1/1/02-31/8/12                                   | 1/1/02↑ | 20/5/08↓ | 28/10/08↑ | 8/11/10↓ | 8/8/11↑ | 14/3/12↓ |
|          | 1        | 0,040  | 0,061   | 0,119    | -0,060    | 0,120    | -0,084  | -0,141   |
|          |          | 3,32%  | 1,33%   | 19,78%   | 30,61%    | 1,20%    | 28,62%  | 11,54%   |
| PETR4    | 2        | -0,032   | -0,010  | -0,277   | 0,067     | 0,044    | -0,019  | 0,017    |
|          |          | 2,52%  | 4,33%   | 0,47%    | 30,83%    | 2,80%    | 55,03%  | 28,44%   |
|          | 3        | -0,064   | -0,060  | -0,093   | -0,022    | -0,057   | -0,081  | -0,079   |
|          |          | 0,03%  | 0,64%   | 0,84%    | 47,55%    | 3,50%    | 51,85%  | 34,88%   |
|          | 4        | 0,008  | -0,016  | 0,108    | 0,084     | -0,029   | -0,013  | -0,090   |
|          |          | 0,08%  | 1,27%   | 1,07%    | 33,64%    | 6,20%    | 68,12%  | 36,34%   |
|          | 5        | 0,011  | 0,006   | 0,111    | -0,001    | -0,028   | -0,082  | 0,033    |
|          |          | 0,17%  | 2,54%   | 1,21%    | 47,29%    | 9,70%    | 63,95%  | 48,47%   |
|          | 6        | -0,011   | 0,036   | 0,037    | -0,126    | -0,093   | 0,008   | -0,196   |
|          |          | 0,33%  | 2,02%   | 2,20%    | 16,11%    | 4,10%    | 75,66%  | 15,09%   |
| PETR4    | 1        | -0,013   | -0,043  | 0,004    | 0,000     | -0,027   | -0,048  | 0,073    |
|          |          | 0,55%  | 1,18%   | 3,88%    | 23,67%    | 6,10%    | 80,45%  | 18,22%   |
|          | 2        | -0,053   | -0,074  | -0,040   | -0,136    | -0,011   | -0,045  | 0,038    |
|          |          | 0,05%  | 0,07%   | 5,93%    | 6,46%     | 9,50%    | 84,63%  | 24,43%   |
|          | Bartlett | ±0,038   | ±0,048  | ±0,116   | ±0,094    | ±0,140   | ±0,156  | ±0,178   |

| ACTIVO | m        | Coeficiente de Autocorrelación p -Test Ljung Box |               |               |               |               |               |               |
|--------|----------|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| ITUB4  | 1        | 1/1/02-31/8/12                                   | 1/1/02↑       | 20/5/08↓      | 28/10/08↑     | 8/11/10↓      | 8/8/11↑       | 14/3/12↓      |
|        |          | <b>0,057</b>                                     | <b>0,059</b>  | 0,092         | 0,028         | 0,090         | -0,065        | 0,074         |
|        |          | 0,25%  | 1,60%         | 32,20%        | 51,84%        | 20,60%        | 41,28%        | 40,78%        |
|        | 2        | -0,030   | -0,022        | -0,176        | 0,020         | -0,032        | 0,018         | -0,031        |
|        |          | 0,29%  | 3,65%         | 9,74%         | 73,14%        | 40,60%        | 69,63%        | 66,87%        |
|        | 3        | <b>-0,045</b>                                    | -0,008        | -0,166        | -0,015        | -0,009        | -0,051        | -0,082        |
|        |          | 0,06%  | 8,08%         | 4,76%         | 86,13%        | 61,10%        | 76,62%        | 64,76%        |
|        | 4        | -0,019   | <b>-0,061</b> | 0,028         | <b>0,090</b>  | -0,037        | -0,046        | 0,060         |
|        |          | 0,10%  | 1,13%         | 9,07%         | 27,79%        | 71,80%        | 82,82%        | 71,63%        |
|        | 5        | -0,022   | -0,027        | <b>0,208</b>  | -0,079        | 0,067         | <b>-0,163</b> | 0,065         |
|        |          | 0,14%  | 1,42%         | 2,09%         | 13,54%        | 69,90%        | 31,95%        | 75,34%        |
| BBDC4  | 6        | <b>-0,066</b>                                    | -0,037        | -0,047        | <b>-0,109</b> | -0,105        | 0,045         | -0,033        |
|        |          | 0,00%  | 1,14%         | 3,51%         | 2,22%         | 51,30%        | 40,15%        | 83,43%        |
|        | 7        | <b>-0,066</b>                                    | <b>-0,064</b> | -0,147        | -0,022        | -0,062        | -0,065        | 0,081         |
|        |          | 0,00%  | 0,15%         | 2,33%         | 3,56%         | 53,70%        | 44,04%        | 81,81%        |
|        | 8        | -0,034   | <b>-0,050</b> | -0,049        | 0,013         | -0,029        | -0,025        | 0,148         |
|        |          | 0,00%  | 0,06%         | 3,58%         | 5,68%         | 62,60%        | 53,72%        | 58,47%        |
|        | Bartlett | <b>±0,038</b>                                    | <b>±0,048</b> | <b>±0,184</b> | <b>±0,085</b> | <b>±0,140</b> | <b>±0,156</b> | <b>±0,178</b> |
|        | 1        | 1/1/02-31/8/12                                   | 1/1/02↑       | 20/5/08↓      | 28/10/08↑     | 8/11/10↓      | 8/8/11↑       | 14/3/12↓      |
|        |          | 0,030  | <b>0,056</b>  | 0,060         | -0,046        | 0,068         | -0,032        | 0,076         |
|        |          | 11,21%   | 2,30%         | 51,38%        | 28,82%        | 33,60%        | 68,89%        | 39,68%        |
|        | 2        | -0,032   | <b>-0,009</b> | <b>-0,269</b> | 0,056         | -0,042        | -0,032        | -0,055        |
|        |          | 6,81%  | 7,10%         | 1,12%         | 24,99%        | 53,00%        | 84,87%        | 57,60%        |
| VALE3  | 3        | <b>-0,052</b>                                    | <b>-0,029</b> | -0,073        | -0,065        | -0,050        | -0,060        | -0,066        |
|        |          | 0,46%  | 8,30%         | 2,21%         | 16,86%        | 62,30%        | 82,30%        | 64,68%        |
|        | 4        | -0,010   | <b>-0,019</b> | 0,036         | 0,062         | -0,073        | -0,046        | -0,010        |
|        |          | 0,98%  | 12,30%        | 4,44%         | 13,16%        | 58,70%        | 86,87%        | 79,63%        |
|        | 5        | -0,017   | <b>-0,032</b> | <b>0,193</b>  | -0,054        | 0,017         | -0,085        | 0,014         |
|        |          | 1,47%  | 11,00%        | 1,37%         | 12,34%        | 71,70%        | 78,31%        | 88,97%        |
|        | 6        | <b>-0,047</b>                                    | <b>-0,011</b> | -0,092        | <b>-0,124</b> | -0,046        | 0,070         | -0,025        |
|        |          | 0,23%  | 16,30%        | 1,77%         | 0,97%         | 76,90%        | 77,47%        | 93,91%        |
|        | 7        | <b>-0,061</b>                                    | <b>-0,047</b> | <b>-0,239</b> | -0,023        | -0,060        | -0,081        | <b>0,178</b>  |
|        |          | 0,01%  | 7,50%         | 0,22%         | 1,62%         | 77,40%        | 73,86%        | 54,84%        |
|        | 8        | -0,019   | <b>-0,033</b> | 0,007         | -0,032        | -0,064        | -0,011        | 0,032         |
|        |          | 0,01%  | 6,60%         | 0,42%         | 2,31%         | 77,00%        | 82,23%        | 64,03%        |
|        | Bartlett | <b>±0,038</b>                                    | <b>±0,048</b> | <b>±0,184</b> | <b>±0,085</b> | <b>±0,140</b> | <b>±0,156</b> | <b>±0,178</b> |
| VALE3  | 1        | 1/1/02-31/8/12                                   | 1/1/02↑       | 20/5/08↓      | 28/10/08↑     | 8/11/10↓      |               |               |
|        |          | 0,025  | 0,030         | 0,058         | -0,024        | 0,094         |               |               |
|        |          | 18,89%   | 22,11%        | 52,78%        | 58,72%        | 6,20%         |               |               |
|        | 2        | <b>-0,065</b>                                    | -0,042        | <b>-0,333</b> | 0,005         | -0,085        |               |               |
|        |          | 0,11%  | 10,81%        | 0,12%         | 85,77%        | 4,20%         |               |               |
|        | 3        | <b>-0,061</b>                                    | -0,016        | <b>-0,194</b> | -0,046        | -0,063        |               |               |
|        |          | 0,00%  | 18,03%        | 0,04%         | 69,50%        | 4,80%         |               |               |
|        | 4        | 0,005  | 0,003         | 0,018         | -0,004        | 0,018         |               |               |
|        |          | 0,01%  | 29,78%        | 0,12%         | 83,46%        | 9,00%         |               |               |
|        | 5        | -0,014   | -0,017        | 0,086         | -0,042        | -0,034        |               |               |
|        |          | 0,02%  | 37,21%        | 0,20%         | 79,19%        | 13,00%        |               |               |
|        | 6        | 0,022  | 0,024         | 0,121         | -0,074        | -0,081        |               |               |
|        |          | 0,02%  | 38,29%        | 0,21%         | 49,63%        | 8,40%         |               |               |
|        | 7        | -0,028   | <b>-0,074</b> | 0,023         | -0,007        | -0,034        |               |               |
|        |          | 0,02%  | 2,96%         | 0,41%         | 61,05%        | 11,40%        |               |               |
|        | 8        | 0,002  | -0,009        | -0,018        | -0,047        | 0,032         |               |               |
|        |          | 0,04%  | 4,72%         | 0,76%         | 58,14%        | 15,00%        |               |               |
|        | Bartlett | <b>±0,038</b>                                    | <b>±0,048</b> | <b>±0,184</b> | <b>±0,085</b> | <b>±0,099</b> |               |               |



### IX.6. Evaluación conjunta del recorrido aleatorio Brasil.

| Activo   | Test     | Evaluación     |          |           |          |         |             |          |
|----------|----------|----------------|----------|-----------|----------|---------|-------------|----------|
|          |          | 1/1/02-31/8/12 | 21/5/08↑ | 27/10/08↓ | 5/11/10↑ | 5/8/11↓ | 13/312↑     | 31/8/12↓ |
| IBOVESPA | Rachas   | 0,5            | 0,5      | 1         | 1        | 1       | 1           | 1        |
|          | BDS      | 0              | 1        | 1         | 0        | 1       | 1           | 1        |
|          | Filtros  | 0              | 0        | 0         | 0        | 0       | 0           | 0        |
|          | Ljung    |                |          |           |          |         |             |          |
|          | Box      | 0              | 1        | 1         | 1        | 1       | 1           | 1        |
|          | Bartlett | 0              | 0,5      | 0         | 1        | 1       | 0           | 1        |
|          | Conjunta | 0,5            | 3,0      | 3,0       | 3,0      | 4,0     | 3,0         | 4,0      |
| VALE5    |          | 1/1/02-31/8/12 | 21/5/08↑ | 27/10/08↓ | 5/11/10↑ |         | 31/08/2012↓ |          |
|          | Rachas   | 0,0            | 0,0      | 1,0       | 1,0      |         | 1,0         |          |
|          | BDS      | 0,0            | 0,0      | 1,0       | 0,0      |         | 1,0         |          |
|          | Filtros  | 0,0            | 0,0      | 0,0       | 1,0      |         | 0,0         |          |
|          | Ljung    |                |          |           |          |         |             |          |
|          | Box      | 0,0            | 0,0      | 0,0       | 1,0      |         | 1,0         |          |
|          | Bartlett | 0,0            | 0,0      | 0,0       | 1,0      |         | 1,0         |          |
|          | Conjunta | 0,0            | 0,0      | 2,0       | 4,0      |         | 4,0         |          |
| PETR4    |          | 1/1/02-31/8/12 | 21/5/08↑ | 27/10/08↓ | 1/12/09↑ | 5/8/11↓ | 13/312↑     | 31/8/12↓ |
|          | Rachas   | 0,5            | 0,5      | 0,5       | 1,0      | 1,0     | 1,0         | 1,0      |
|          | BDS      | 0,0            | 0,0      | 0,0       | 1,0      | 0,0     | 1,0         | 0,0      |
|          | Filtros  | 0,0            | 0,0      | 0,0       | 0,0      | 0,0     | 0,0         | 0,0      |
|          | Ljung    |                |          |           |          |         |             |          |
|          | Box      | 0,0            | 0,0      | 1,0       | 1,0      | 1,0     | 1,0         | 1,0      |
|          | Bartlett | 0,0            | 0,0      | 0,0       | 0,0      | 1,0     | 1,0         | 0,5      |
|          | Conjunta | 0,5            | 0,5      | 1,5       | 3,0      | 3,0     | 4,0         | 2,5      |
| ITUB4    |          | 1/1/02-31/8/12 | 21/5/08↑ | 27/10/08↓ | 5/11/10↑ | 5/8/11↓ | 13/312↑     | 31/8/12↓ |
|          | Rachas   | 0,0            | 0,5      | 1,0       | 1,0      | 1,0     | 0,0         | 1,0      |
|          | BDS      | 0,0            | 0,0      | 0,0       | 0,0      | 1,0     | 0,0         | 1,0      |
|          | Filtros  | 0,0            | 0,0      | 0,0       | 1,0      | 0,0     | 1,0         | 0,0      |
|          | Ljung    |                |          |           |          |         |             |          |
|          | Box      | 0,0            | 0,0      | 0,0       | 1,0      | 1,0     | 1,0         | 1,0      |
|          | Bartlett | 0,0            | 0,0      | 0,0       | 0,0      | 1,0     | 0,0         | 1,0      |
|          | Conjunta | 0,0            | 0,5      | 1,0       | 3,0      | 4,0     | 2,0         | 4,0      |
| BBDC4    |          | 1/1/02-31/8/12 | 21/5/08↑ | 27/10/08↓ | 5/11/10↑ | 5/8/11↓ | 13/312↑     | 31/8/12↓ |
|          | Rachas   | 0,5            | 0,5      | 1,0       | 0,5      | 1,0     | 1,0         | 0,5      |
|          | BDS      | 0,0            | 0,0      | 0,0       | 0,0      | 1,0     | 0,0         | 1,0      |
|          | Filtros  | 0,0            | 0,0      | 0,0       | 0,0      | 0,0     | 1,0         | 0,0      |
|          | Ljung    |                |          |           |          |         |             |          |
|          | Box      | 0,0            | 1,0      | 0,0       | 0,0      | 1,0     | 1,0         | 1,0      |
|          | Bartlett | 0,0            | 0,0      | 0,0       | 0,5      | 1,0     | 1,0         | 0,5      |
|          | Conjunta | 0,5            | 1,5      | 1,0       | 1,0      | 4,0     | 4,0         | 3,0      |
| VALE3    |          | 1/1/02-31/8/12 | 21/5/08↑ | 27/10/08↓ | 5/11/10↑ |         | 31/08/12↓   |          |
|          | Rachas   | 0,0            | 0,0      | 1,0       | 1,0      |         | 1,0         |          |
|          | BDS      | 0,0            | 0,0      | 1,0       | 0,0      |         | 1,0         |          |
|          | Filtros  | 0,0            | 0,0      | 0,0       | 0,0      |         | 0,0         |          |
|          | Ljung    |                |          |           |          |         |             |          |
|          | Box      | 0,0            | 0,0      | 0,0       | 1,0      |         | 1,0         |          |
|          | Bartlett | 0,0            | 0,5      | 0,0       | 1,0      |         | 1,0         |          |
|          | Conjunta | 0,0            | 0,5      | 2,0       | 3,0      |         | 4,0         |          |

## ANEXO X. México: Análisis empírico por subperiodos según tendencias

### RW1

#### X.1. Test de Rachas por subperiodos México

| Activo     | P_Valor        |         |           |           |           |         |         |
|------------|----------------|---------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|
| IPC        | 1/1/02-31/8/12 | 1/1/02↑ | 19/10/07↓ | 28/10/08↑ | 6/1/11↓   | 9/8/11↑ |         |
|            | 0,6%           | 5,1%    | 79,1%     | 13,2%     | 99,3%     | 96%     |         |
| AMXL       | 1/1/02-31/8/12 | 1/1/02↑ | 19/10/07↓ | 28/10/08↑ | 8/1/11↓   | 9/8/11↑ | 8/5/12↓ |
|            | 25,8%          | 11,1%   | 96,7%     | 13,1%     | 11,2%     | 41%     | 51%     |
| WALMEXV    | 1/1/02-31/8/12 | 1/1/02↑ | 7/2/07↓   | 3/3/09↑   | 10/4/12↓  |         |         |
|            | 13,8%          | 57,8%   | 7,0%      | 91,3%     | 89,0%     |         |         |
| FEMSAUBD   | 1/1/02-31/8/12 | 1/1/02↑ | 30/5/08↓  | 28/10/08↑ |           |         |         |
|            | 15,8%          | 80,8%   | 56,4%     | 9,5%      |           |         |         |
| GMEXICOB   | 1/1/02-31/8/12 | 1/1/02↑ | 30/10/07↓ | 21/11/08↑ | 4/1/11↓   |         |         |
|            | 0,1%           | 0,0%    | 63,1%     | 62,2%     | 42,0%     |         |         |
| TLEVISACPO | 1/1/02-31/8/12 | 1/1/02↑ | 17/4/07↓  | 9/3/09↑   | 23/12/10↓ |         |         |
|            | 0,2%           | 1,0%    | 65,7%     | 1%        | 92%       |         |         |

#### X.2. Test BDS por subperiodos México

| Activo   | m | P_Valor        |         |           |           |          |         |         |
|----------|---|----------------|---------|-----------|-----------|----------|---------|---------|
| IPC      |   | 1/1/02-31/8/12 | 1/1/02↑ | 19/11/07↓ | 28/10/08↑ | 6/1/11↓  | 9/8/11↑ |         |
|          | 2 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 0,0%      | 74,4%    | 37,1%   |         |
|          | 3 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 0,0%      | 36,4%    | 0,1%    |         |
|          | 4 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 0,0%      | 71,8%    | 0,0%    |         |
|          | 5 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 0,0%      | 65,0%    | 0,0%    |         |
|          | 6 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 0,0%      | 12,0%    | 0,0%    |         |
| AMXL     |   | 1/1/02-31/8/12 | 1/1/02↑ | 19/10/07↓ | 28/10/08↑ | 8/1/11↓  | 9/8/11↑ | 8/5/12↓ |
|          | 2 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 0,0%      | 56,5%    | 26,1%   | 0,0%    |
|          | 3 | 0,0%           | 0,0%    | 0,1%      | 0,0%      | 10,0%    | 47,8%   | 0,0%    |
|          | 4 | 0,0%           | 0,0%    | 0,1%      | 0,0%      | 28,1%    | 94,7%   | 0,0%    |
|          | 5 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 0,0%      | 26,6%    | 81,7%   | 0,0%    |
|          | 6 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 0,0%      | 52,1%    | 56,6%   | 0,0%    |
| WALMEXV  |   | 1/1/02-31/8/12 | 1/1/02↑ | 7/2/07↓   | 3/3/09↑   | 10/4/12↓ |         |         |
|          | 2 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 0,0%      | 3,3%     |         |         |
|          | 3 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 0,0%      | 2,4%     |         |         |
|          | 4 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 0,0%      | 12,3%    |         |         |
|          | 5 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 0,0%      | 32,4%    |         |         |
|          | 6 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 0,0%      | 42,9%    |         |         |
| FEMSAUBD |   | 1/1/02-31/8/12 | 1/1/02↑ | 30/5/08↓  | 28/10/08↑ |          |         |         |
|          | 2 | 0,0%           | 0,0%    | 0,8%      | 0,0%      |          |         |         |
|          | 3 | 0,0%           | 0,0%    | 3,5%      | 0,0%      |          |         |         |
|          | 4 | 0,0%           | 0,0%    | 25,9%     | 0,0%      |          |         |         |
|          | 5 | 0,0%           | 0,0%    | 42,6%     | 0,0%      |          |         |         |
|          | 6 | 0,0%           | 0,0%    | 17,1%     | 0,0%      |          |         |         |
| GMEXICOB |   | 1/1/02-31/8/12 | 1/1/02↑ | 30/10/07↓ | 21/11/08↑ | 4/1/11↓  |         |         |
|          | 2 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 0,0%      | 13,5%    |         |         |
|          | 3 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 0,0%      | 1,0%     |         |         |
|          | 4 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 0,0%      | 0,1%     |         |         |
|          | 5 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 0,0%      | 0,0%     |         |         |
|          | 6 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 0,0%      | 0,0%     |         |         |

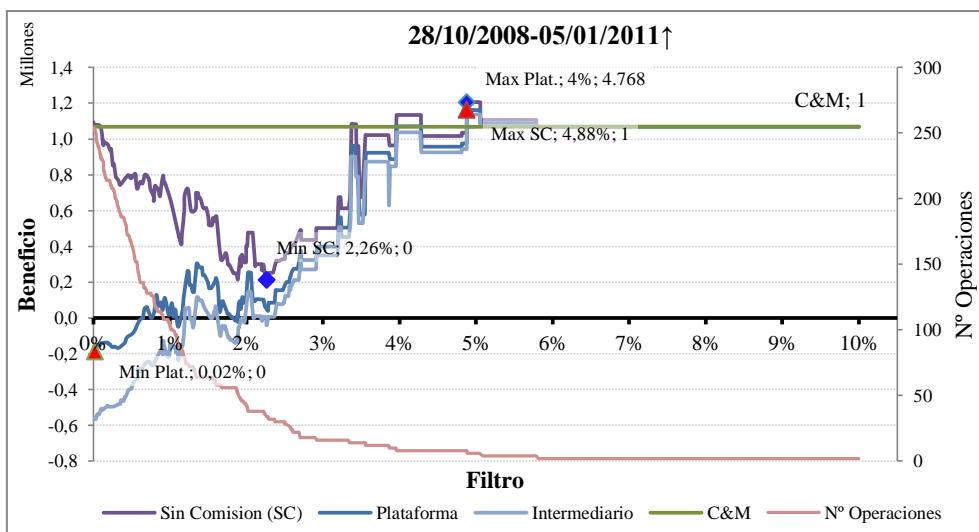
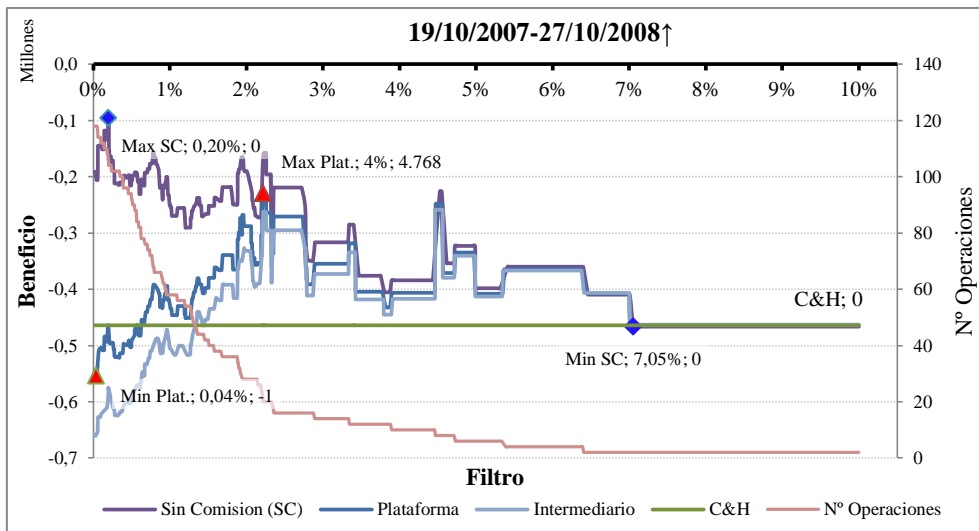
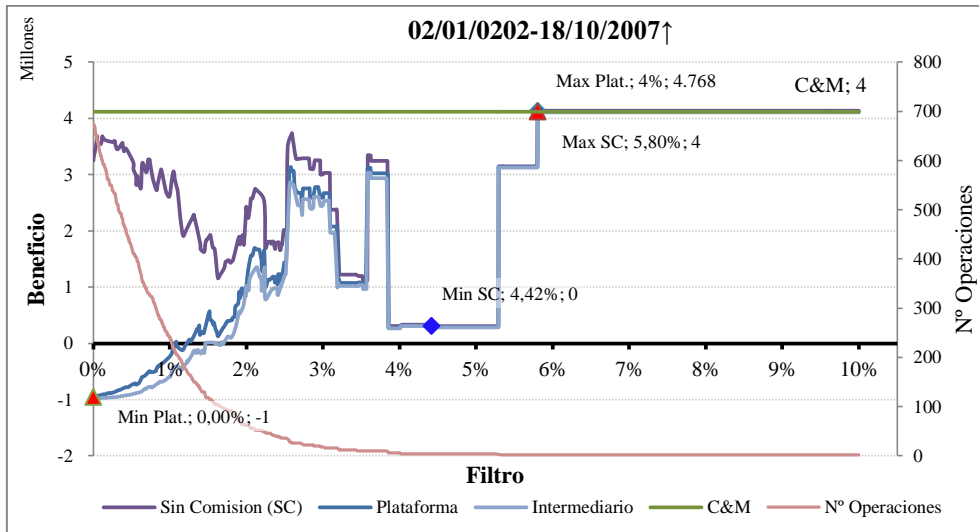
| Activo     | m | P_Vvalor       |         |          |         |           |
|------------|---|----------------|---------|----------|---------|-----------|
| TLEVISACPO |   | 1/1/02-31/8/12 | 1/1/02↑ | 17/4/07↓ | 9/3/09↑ | 23/12/10↓ |
|            | 2 | 0,0%           | 0,0%    | 1,7%     | 0,0%    | 0,0%      |
|            | 3 | 0,0%           | 0,0%    | 5,9%     | 0,0%    | 0,0%      |
|            | 4 | 0,0%           | 0,0%    | 3,1%     | 0,0%    | 0,0%      |
|            | 5 | 0,0%           | 0,0%    | 1,1%     | 0,0%    | 0,0%      |
|            | 6 | 0,0%           | 0,0%    | 0,7%     | 0,0%    | 0,0%      |

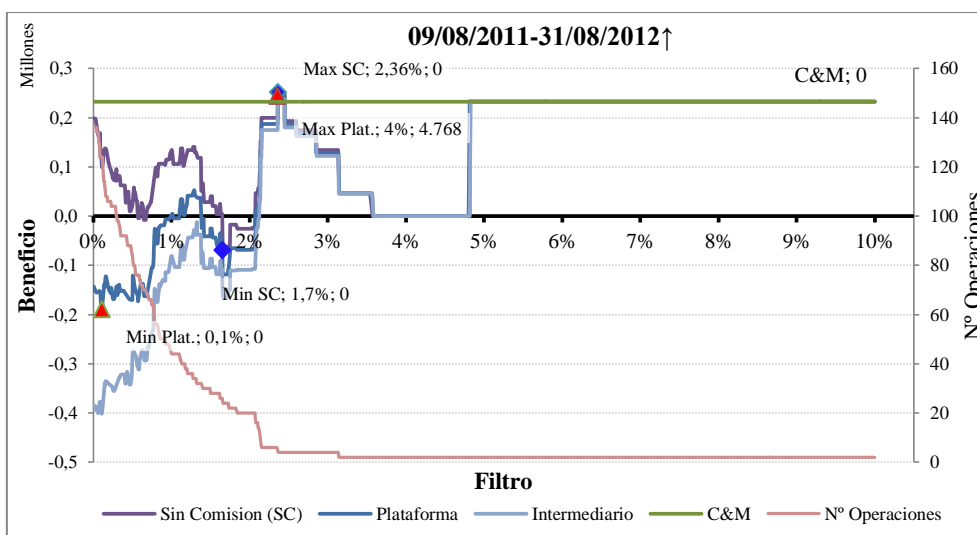
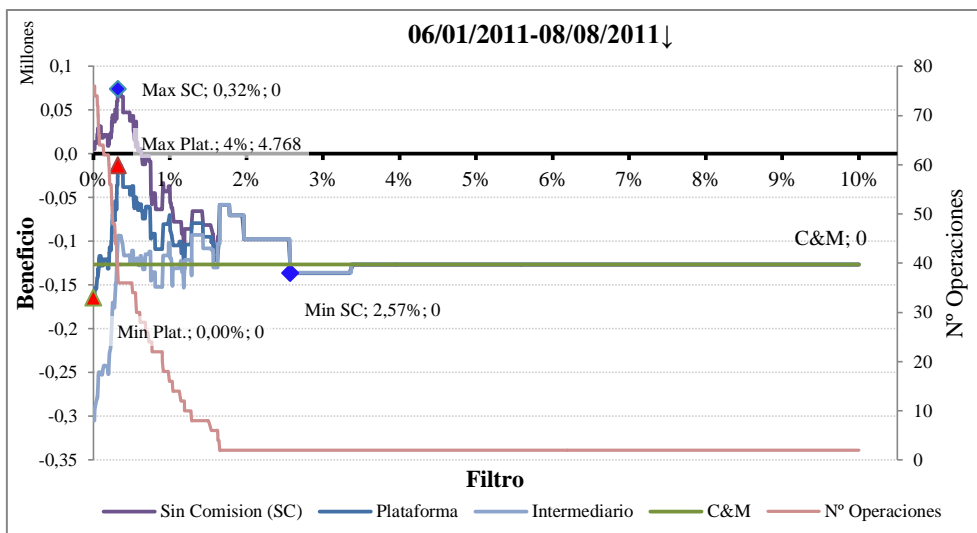
## RW2

### X.3. Filtros de Alexander por subperiodos México (Tabla)

| Activo     |     | Benef, Filtro  | Benef, Filtro | Benef, Filtro | Benef, Filtro | Benef, Filtro | Benef, Filtro | Benef, Filtro | Benef, Filtro | Benef, Filtro | Benef, Filtro |
|------------|-----|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|            |     | [\$] [%]       | [\$] [%]      | [\$] [%]      | [\$] [%]      | [\$] [%]      | [\$] [%]      | [\$] [%]      | [\$] [%]      | [\$] [%]      | [\$] [%]      |
| IPC        |     | 1/1/02-31/8/12 |               | 1/1/02↑       |               | 19/10/07↓     |               | 28/10/08↑     |               | 6/1/11↓       |               |
| Sin Com.   | Max | 8,41           | 0,09          | 4,14          | 5,8           | 0,1           | 0,2           | 1,21          | 4,88          | 0,07          | 0,32          |
|            | Min | 0,31           | 3,87          | 0,31          | 4,42          | 0,47          | 7,05          | 0,21          | 2,26          | 0,14          | 2,57          |
| Com. Plat. | Max | 5,7            | 5,88          | 4,12          | 5,8           | 0,23          | 2,21          | 1,16          | 4,88          | 0,01          | 0,32          |
|            | Min | 0,98           | 0             | 0,95          | 0             | 0,55          | 0,04          | 0,19          | 0,02          | 0,16          | 0             |
| Com. Int.  | Max | 5,62           | 5,88          | 4,11          | 5,81          | 0,26          | 4,46          | 1,14          | 4,88          | 0,06          | 1,65          |
|            | Min | 0,99           | 0             | 0,98          | 0             | 0,66          | 0,03          | 0,57          | 0,01          | 0,3           | 0             |
| C&M        |     | 5,26           |               | 4,12          |               | -0,46         |               | 1,07          |               | -0,13         |               |
| AMXL       |     | 1/1/02-31/8/12 |               | 1/1/02↑       |               | 19/10/07↓     |               | 28/10/08↑     |               | 8/1/11↓       |               |
| Sin Com.   | Max | 14,46          | 10            | 13,7          | 5,66          | 0,16          | 1,05          | 0,95          | 8,91          | 0,05          | 0,74          |
|            | Min | 0,23           | 2,62          | 0,92          | 2,6           | 0,53          | 2,22          | 0,26          | 4,11          | 0,21          | 7             |
| Com. Plat. | Max | 14,12          | 10            | 12,8          | 5,66          | 0,27          | 3,28          | 0,95          | 8,91          | 0,02          | 0,85          |
|            | Min | 0,99           | 0,07          | 0,95          | 0             | 0,63          | 2,22          | 0,68          | 0             | 0,23          | 1,49          |
| Com. Int.  | Max | 13,93          | 8,76          | 12,5          | 5,66          | 0,31          | 3,25          | 0,95          | 8,91          | 0,08          | 0,85          |
|            | Min | 0,99           | 0,01          | 0,98          | 0,06          | 0,71          | 0,31          | 0,83          | 0             | 0,36          | 0             |
| C&M        |     | 10,43          |               | 11,49         |               | -0,53         |               | 0,95          |               | -0,21         |               |
| WALMEXV    |     | 1/1/02-31/8/12 |               | 1/1/02↑       |               | 7/2/07↓       |               | 3/3/09↑       |               | 10/4/12↓      |               |
| Sin Com.   | Max | 7,56           | 0,05          | 3,49          | 4,52          | 0,25          | 0,49          | 2,06          | 8,22          | 0,1 0,06      |               |
|            | Min | 0,01           | 5,98          | 0,04          | 1,93          | 0,61          | 5,62          | 0,21          | 1,56          | 0,3 2,61      |               |
| Com. Plat. | Max | 4,15           | 8,17          | 3,23          | 4,52          | 0,13          | 7,28          | 2,05          | 8,22          | 0,02 0,06     |               |
|            | Min | 0,98           | 0,07          | 0,94          | 0,07          | 0,7           | 0,25          | 0,47          | 0,09          | 0,31 2,1      |               |
| Com. Int.  | Max | 4,11           | 8,17          | 3,14          | 4,52          | 0,13          | 7,28          | 2,05          | 8,22          | 0,11 0,53     |               |
|            | Min | 0,99           | 0             | 0,98          | 0             | 0,82          | 0,25          | 0,79          | 0,08          | 0,33 2,15     |               |
| C&M        |     | 4,72           |               | \$ 2,91       |               | -0,42         |               | \$ 2,05       |               | -0,2          |               |
| FEMSAUBD   |     | 1/1/02-31/8/12 |               | 1/1/02↑       |               | 30/5/08↓      |               | 28/10/08↑     |               |               |               |
| Sin Com.   | Max | 10,54          | 0,12          | 3,62          | 10            | 0,04          | 0,93          | 3,02 0,06     |               |               |               |
|            | Min | 0,3            | 6,7           | 0,26          | 5,85          | 0,47          | 3,06          | 0,21 6,86     |               |               |               |
| Com. Plat. | Max | 5,35           | 8,34          | 3,6           | 10            | 0,16          | 1,23          | 1,55 5,77     |               |               |               |
|            | Min | 0,98           | 0             | 0,97          | 0             | 0,52          | 2,98          | 0,22 6,9      |               |               |               |
| Com. Int.  | Max | 5,27           | 8,34          | 3,59          | 10            | 0,21          | 1,23          | 1,51 5,77     |               |               |               |
|            | Min | 0,99           | 0             | 0,99          | 0             | 0,54          | 3,03          | 0,72 0        |               |               |               |
| C&M        |     | 9,81           |               | 3,6           |               | -0,43         |               | 2,81          |               |               |               |
| GMEXICOB   |     | 1/1/02-31/8/12 |               | 1/1/02↑       |               | 30/10/07↓     |               | 21/11/08↑     |               | 4/1/11↓       |               |
| Sin Com.   | Max | 156,1          | 0,09          | 42,8          | 0,09          | 0,05          | 0,31          | 6,45          | 8,25          | 0,17 0,22     |               |
|            | Min | 2,75           | 9,22          | 1             | 0,87          | 0,81          | 9,07          | 0,81          | 1,9           | 0,45 3,25     |               |
| Com. Plat. | Max | 13,41          | 6,91          | 20            | 5,04          | 0,29          | 8,3           | 6,36          | 8,25          | 0,03 2,5      |               |
|            | Min | 0,72           | 0,15          | 0,99          | 2,45          | 0,82          | 9,32          | 0,06          | 0,28          | 0,48 3,24     |               |
| Com. Int.  | Max | 14,48          | 6,45          | 18,5          | 5,04          | 0,3           | 8,3           | 6,31          | 8,25          | 0,12 2,5      |               |
|            | Min | 0,98           | 0,12          | 0,99          | 3,04          | 0,82          | 9,08          | 0,4           | 0,27          | 0,62 0,06     |               |
| C&M        |     | 45,23          |               | 32,96         |               | -0,75         |               | 6,44          |               | -0,2          |               |
| TLEVISACPO |     | 1/1/02-31/8/12 |               | 1/1/02↑       |               | 17/4/07↓      |               | 9/3/09↑       |               | 23/12/10↓     |               |
| Sin Com.   | Max | 3,06           | 0,25          | 2,93          | 2,65          | 0,01          | 0,59          | 0,99          | 0,13          | 0,03 0,24     |               |
|            | Min | 0,28           | 1,81          | 0,44          | 4,81          | 0,64          | 5,27          | 0,19          | 2,29          | 0,32 2,21     |               |
| Com. Plat. | Max | 2,46           | 7,6           | 2,48          | 7,24          | 0,34          | 7,58          | 0,9           | 9,97          | 0,02 3,35     |               |
|            | Min | 0,99           | 0,02          | 0,96          | 0             | 0,77          | 0             | 0,3           | 2,29          | 0,43 0        |               |
| Com. Int.  | Max | 2,44           | 7,6           | 2,47          | 7,24          | 0,34          | 7,58          | 0,9           | 9,94          | 0,04 3,35     |               |
|            | Min | 0,99           | 0,02          | 0,98          | 0             | 0,87          | 0             | 0,47          | 0,02          | 0,67 0        |               |
| C&M        |     | 2,15           |               | 2,48          |               | -0,48         |               | 0,9           |               | -0,04         |               |

#### X.4. Filtros de Alexander por subperiodos México (Gráfico)





## X.5. Test Ljung Box y Test de Bartlett por subperiodos México

|         | m        | Coeficiente de Autocorrelación $\rho$ -Test Ljung Box |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
|---------|----------|---|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| IPC     |          | 1/1/02-31/8/12  | 1/1/02↑          | 19/10/07↓        | 28/10/08↑        | 6/1/11↓          | 9/8/11↑          |                  |
|         | 1        | 0,0713<br>0,0%  | 0,0717<br>0,5%   | 0,0829<br>17,3%  | 0,0732<br>7,9%   | 0,0691<br>38,8%  | -0,0048<br>93,5% |                  |
|         | 2        | -0,0242<br>0,0%                                       | -0,0351<br>0,8%  | -0,0427<br>30,9% | 0,0040<br>21,3%  | 0,1375<br>15,6%  | -0,0446<br>75,2% |                  |
|         | 3        | -0,0563<br>0,0%                                       | -0,0428<br>0,6%  | -0,0238<br>47,4% | -0,0247<br>32,8% | -0,0231<br>28,4% | -0,1702<br>3,2%  |                  |
|         | 4        | -0,0126<br>0,0%                                       | -0,0328<br>0,7%  | 0,0299<br>60,1%  | 0,0193<br>45,5%  | 0,0958<br>26,2%  | 0,0250<br>6,2%   |                  |
|         | 5        | -0,0312<br>0,0%                                       | -0,0129<br>1,4%  | 0,0392<br>67,4%  | -0,0397<br>47,1% | 0,0112<br>38,3%  | -0,0623<br>7,3%  |                  |
|         | 6        | -0,0058<br>0,0%                                       | 0,0430<br>0,9%   | -0,0748<br>58,1% | -0,0336<br>51,6% | -0,0465<br>46,6% | 0,0580<br>8,7%   |                  |
|         | 7        | -0,0134<br>0,0%                                       | -0,0067<br>1,6%  | -0,0961<br>40,2% | 0,0460<br>48,8%  | 0,0301<br>56,6%  | 0,0433<br>11,5%  |                  |
|         | 8        | -0,0057<br>0,0%                                       | -0,0342<br>1,5%  | 0,0484<br>44,2%  | -0,0042<br>59,5% | -0,0504<br>62,6% | -0,0208<br>16,4% |                  |
|         | Bartlett |   | ±0,0372          | ±0,0504          | ±0,1200          | ±0,0820          | ±0,1585          | ±0,1173          |
| AMXL    |          | 1/1/02-31/8/12  | 1/1/02↑          | 19/10/07↓        | 28/10/08↑        | 8/1/11↓          | 9/8/11↑          | 8/5/12↓          |
|         | 1        | -0,0121<br>52,2%                                      | -0,0100<br>69,8% | 0,0594<br>32,9%  | -0,1083<br>1,2%  | 0,1671<br>1,8%   | 0,0416<br>55,8%  | -0,0183<br>86,5% |
|         | 2        | -0,0251<br>33,9%                                      | -0,0176<br>73,3% | -0,0778<br>27,3% | 0,0313<br>3,4%   | 0,0429<br>5,2%   | -0,0458<br>68,4% | -0,0316<br>94,3% |
|         | 3        | -0,0626<br>0,4%                                       | -0,0847<br>0,9%  | -0,0497<br>35,2% | 0,0026<br>8,0%   | 0,0216<br>11,1%  | -0,0618<br>67,7% | -0,0535<br>94,6% |
|         | 4        | -0,0166<br>0,8%                                       | -0,0094<br>2,0%  | 0,0060<br>51,2%  | -0,0072<br>14,7% | 0,0270<br>18,7%  | 0,0192<br>80,9%  | 0,0973<br>87,4%  |
|         | 5        | -0,0350<br>0,4%                                       | -0,0253<br>2,7%  | 0,0482<br>56,1%  | -0,0926<br>4,4%  | -0,0031<br>29,0% | -0,0226<br>88,9% | -0,0490<br>91,9% |
|         | 6        | 0,0067<br>0,8%  | 0,0534<br>0,9%   | -0,1256<br>22,0% | 0,0324<br>6,3%   | -0,0110<br>40,2% | 0,0618<br>87,1%  | 0,0404<br>95,3%  |
|         | 7        | -0,0319<br>0,5%                                       | -0,0225<br>1,3%  | -0,1128<br>10,8% | 0,0216<br>9,4%   | -0,0226<br>50,5% | 0,0591<br>86,7%  | -0,0520<br>96,8% |
|         | 8        | -0,0134<br>0,8%                                       | -0,0256<br>1,6%  | 0,0054<br>16,1%  | -0,0193<br>13,4% | -0,0450<br>56,7% | -0,0847<br>79,3% | 0,1351<br>89,2%  |
|         | Bartlett |   | ±0,0372          | ±0,0504          | ±0,1200          | ±0,0852          | ±0,1400          | ±0,1404          |
| WALMEXV |          | 1/1/02-31/8/12  | 1/1/02↑          | 7/2/07↓          | 3/3/09↑          | 10/4/12↓         |                  |                  |
|         | 1        | 0,0548<br>0,4%  | 0,0722<br>0,8%   | 0,0564<br>18,9%  | -0,0059<br>86,6% | 0,1229<br>20,3%  |                  |                  |
|         | 2        | -0,0890<br>0,0%                                       | -0,1152<br>0,0%  | -0,0805<br>7,3%  | -0,0348<br>60,3% | -0,1867<br>6,8%  |                  |                  |
|         | 3        | -0,0832<br>0,0%                                       | -0,0919<br>0,0%  | -0,0569<br>7,2%  | -0,1204<br>0,5%  | -0,0685<br>11,7% |                  |                  |
|         | 4        | -0,0238<br>0,0%                                       | -0,0591<br>0,0%  | -0,0386<br>9,8%  | 0,0599<br>0,3%   | -0,0634<br>17,5% |                  |                  |
|         | 5        | -0,0073<br>0,0%                                       | -0,0310<br>0,0%  | 0,0158<br>15,9%  | -0,0443<br>0,4%  | 0,1133<br>16,9%  |                  |                  |
|         | 6        | 0,0036<br>0,0%  | 0,0665<br>0,0%   | -0,0720<br>9,5%  | 0,0028<br>0,8%   | 0,0207<br>25,2%  |                  |                  |
|         | 7        | 0,0001<br>0,0%  | 0,0059<br>0,0%   | -0,0182<br>14,0% | 0,0110<br>1,5%   | 0,0268<br>34,2%  |                  |                  |
|         | 8        | -0,0177<br>0,0%                                       | -0,0368<br>0,0%  | -0,0210<br>19,0% | 0,0261<br>2,1%   | -0,0496<br>41,6% |                  |                  |
|         | Bartlett |   | ±0,0372          | ±0,0537          | ±0,0844          | ±0,0689          | ±0,1922          |                  |

|            | m        | Coeficiente de Autocorrelación p -Test Ljung Box |                  |                  |                  |                  |
|------------|----------|--|------------------|------------------|------------------|------------------|
| FEMSAUBD   |          | 1/1/02-31/8/12                                   | 1/1/02↑          | 30/5/08↓         | 28/10/08↑        |                  |
|            | 1        | 0,0153<br>41,9%                                  | -0,0008<br>97,2% | 0,0075<br>93,8%  | 0,0469<br>13,7%  |                  |
|            | 2        | -0,0269<br>26,2%                                 | -0,0025<br>99,4% | 0,0606<br>81,3%  | -0,0597<br>5,5%  |                  |
|            | 3        | -0,0324<br>13,2%                                 | -0,0129<br>96,2% | -0,0765<br>78,4% | 0,0062<br>12,0%  |                  |
|            | 4        | -0,0150<br>18,2%                                 | -0,0041<br>98,9% | -0,0342<br>87,7% | 0,0321<br>14,3%  |                  |
|            | 5        | -0,0197<br>19,8%                                 | 0,0094<br>99,3%  | 0,0512<br>91,3%  | -0,0411<br>12,7% |                  |
|            | 6        | -0,0217<br>19,5%                                 | -0,0149<br>99,1% | 0,0252<br>95,4%  | -0,0203<br>17,4% |                  |
|            | 7        | -0,0310<br>12,5%                                 | -0,0325<br>91,8% | 0,0414<br>97,1%  | -0,0475<br>12,7% |                  |
|            | 8        | -0,0077<br>17,6%                                 | 0,0027<br>95,6%  | 0,1097<br>92,2%  | -0,0534<br>7,7%  |                  |
|            | Bartlett | ±0,0371  | ±0,0479          | ±0,1895          | ±0,0619          |                  |
| GMEXICOB   |          | 1/1/02-31/8/12                                   | 1/1/02↑          | 30/10/07↓        | 21/11/08↑        | 4/1/11↓          |
|            | 1        | 0,0820<br>0,0%                                   | 0,1307<br>0,0%   | 0,0979<br>10,1%  | -0,0400<br>34,6% | 0,0565<br>23,7%  |
|            | 2        | -0,0352<br>0,0%                                  | -0,0216<br>0,0%  | -0,0465<br>19,2% | -0,0579<br>25,2% | -0,0076<br>49,1% |
|            | 3        | -0,0236<br>0,0%                                  | -0,0303<br>0,0%  | -0,0602<br>22,8% | 0,0420<br>29,1%  | -0,0924<br>16,0% |
|            | 4        | -0,0212<br>0,0%                                  | -0,0577<br>0,0%  | 0,0111<br>35,9%  | -0,0338<br>35,8% | 0,0944<br>5,9%   |
|            | 5        | 0,0090<br>0,0%                                   | 0,0100<br>0,0%   | 0,1136<br>15,4%  | -0,0839<br>14,0% | -0,0886<br>2,8%  |
|            | 6        | -0,0378<br>0,0%                                  | -0,0459<br>0,0%  | -0,1006<br>9,0%  | 0,0303<br>18,4%  | -0,0203<br>4,7%  |
|            | 7        | 0,0269<br>0,0%                                   | 0,0139<br>0,0%   | 0,0086<br>14,0%  | -0,0046<br>26,5% | 0,0433<br>5,9%   |
|            | 8        | 0,0030<br>0,0%                                   | 0,0330<br>0,0%   | 0,0271<br>19,2%  | -0,0595<br>21,2% | -0,0187<br>8,9%  |
|            | Bartlett | ±0,0372  | ±0,0503          | ±0,1176          | ±0,0834          | ±0,0941          |
| TLEVISACPO |          | 1/1/02-31/8/12                                   | 1/1/02↑          | 17/4/07↓         | 9/3/09↑          | 23/12/10↓        |
|            | 1        | 0,0215<br>25,7%                                  | 0,0265<br>32,4%  | 0,0198<br>65,8%  | 0,0112<br>80,8%  | -0,0058<br>90,2% |
|            | 2        | -0,0369<br>7,8%                                  | -0,0077<br>59,0% | -0,0944<br>9,9%  | -0,0923<br>13,0% | 0,0628<br>41,2%  |
|            | 3        | -0,0350<br>3,7%                                  | -0,0073<br>77,0% | -0,0350<br>15,5% | -0,0410<br>18,1% | -0,1596<br>0,4%  |
|            | 4        | -0,0239<br>3,9%                                  | -0,0227<br>76,4% | -0,0109<br>25,7% | -0,0841<br>8,3%  | 0,0273<br>0,9%   |
|            | 5        | -0,0125<br>6,1%                                  | -0,0154<br>82,4% | -0,0237<br>34,9% | 0,0105<br>14,1%  | -0,0040<br>1,9%  |
|            | 6        | -0,0453<br>1,2%                                  | -0,0069<br>89,6% | -0,1327<br>2,5%  | -0,0623<br>11,9% | 0,0333<br>3,0%   |
|            | 7        | -0,0029<br>2,3%                                  | 0,0170<br>91,6%  | -0,0460<br>3,0%  | 0,0028<br>18,1%  | 0,0254<br>4,6%   |
|            | 8        | -0,0031<br>3,8%                                  | -0,0290<br>87,3% | 0,0092<br>5,0%   | 0,0485<br>18,7%  | -0,0314<br>6,5%  |
|            | Bartlett | ± 0,0371   | ±0,0528          | ±0,0882          | ±0,0906          | ±0,0932          |

### X.6. Evaluación conjunta del recorrido aleatorio México.

| Activo     | Test      | Evaluación     |           |           |           |          |          |          |
|------------|-----------|----------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|
| IPC        |           | 2/1/02-31/8/12 | 18/10/07↑ | 2/10/08↓  | 5/1/11↑   | 8/8/11↓  | 31/8/12↑ |          |
|            | Rachas    | 0              | 0,5       | 1         | 0,5       | 1        | 1        |          |
|            | BDS       | 0              | 0         | 0         | 0         | 1        | 1        |          |
|            | Filtros   | 0              | 0         | 0         | 0         | 0        | 0        |          |
|            | Ljung Box | 0              | 0         | 1         | 1         | 1        | 1        |          |
|            | Bartlett  | 0              | 0         | 1         | 1         | 1        | 0        |          |
|            | Conjunta  | 0,0            | 0,5       | 3,0       | 2,5       | 4,0      | 3,0      |          |
| AMXL       |           | 2/1/02-31/8/12 | 18/10/07↑ | 27/10/08↓ | 5/11/10↑  | 8/8/11↓  | 7/5/12↑  | 31/8/12↓ |
|            | Rachas    | 1,0            | 0,5       | 1,0       | 0,5       | 0,5      | 1,0      | 1,0      |
|            | BDS       | 0,0            | 0,0       | 0,0       | 0,0       | 1,0      | 1,0      | 0,0      |
|            | Filtros   | 0,0            | 0,0       | 0,0       | 1,0       | 0,0      | 1,0      | 0,0      |
|            | Ljung Box | 0,0            | 0,0       | 1,0       | 1,0       | 1,0      | 1,0      | 1,0      |
|            | Bartlett  | 0,0            | 0,0       | 0,0       | 0,0       | 0,0      | 1,0      | 1,0      |
|            | Conjunta  | 1,0            | 0,5       | 2,0       | 2,5       | 2,5      | 5,0      | 3,0      |
| WALMEXV    |           | 2/1/02-31/8/12 | 6/2/07↑   | 2/3/09↓   | 9/4/12↑   |          | 31/8/12↓ |          |
|            | Rachas    | 0,5            | 1,0       | 0,5       | 1,0       |          | 1,0      |          |
|            | BDS       | 0,0            | 0,0       | 0,0       | 0,0       |          | 1,0      |          |
|            | Filtros   | 1,0            | 0,0       | 0,0       | 1,0       |          | 0,0      |          |
|            | Ljung Box | 0,0            | 0,0       | 1,0       | 1,0       |          | 1,0      |          |
|            | Bartlett  | 0,0            | 0,0       | 1,0       | 0,0       |          | 1,0      |          |
|            | Conjunta  | 1,5            | 1,0       | 2,5       | 3,0       |          | 4,0      |          |
| FEMSAUBD   |           | 2/1/02-31/8/12 | 29/5/08↑  | 27/10/08↓ |           | 31/8/12↑ |          |          |
|            | Rachas    | 0,5            | 1,0       | 1,0       |           | 0,5      |          |          |
|            | BDS       | 0,0            | 0,0       | 1,0       |           | 0,0      |          |          |
|            | Filtros   | 0,0            | 1,0       | 0,0       |           | 0,0      |          |          |
|            | Ljung Box | 1,0            | 1,0       | 1,0       |           | 1,0      |          |          |
|            | Bartlett  | 1,0            | 1,0       | 1,0       |           | 1,0      |          |          |
|            | Conjunta  | 2,5            | 4,0       | 4,0       |           | 2,5      |          |          |
| GMEXICOB   |           | 2/1/02-31/8/12 | 29/10/07↑ | 20/11/08↓ | 3/1/11↑   |          | 31/8/12↓ |          |
|            | Rachas    | 0,0            | 0,0       | 1,0       | 1,0       |          | 1,0      |          |
|            | BDS       | 0,0            | 0,0       | 0,0       | 0,0       |          | 1,0      |          |
|            | Filtros   | 1,0            | 1,0       | 0,0       | 1,0       |          | 0,0      |          |
|            | Ljung Box | 0,0            | 0,0       | 1,0       | 1,0       |          | 1,0      |          |
|            | Bartlett  | 0,0            | 0,0       | 1,0       | 0,0       |          | 0,0      |          |
|            | Conjunta  | 1,0            | 1,0       | 3,0       | 3,0       |          | 3,0      |          |
| TLEVISACPO |           | 2/1/02-31/8/12 | 16/4/07↑  | 6/3/09↓   | 22/12/10↑ |          | 31/8/12↓ |          |
|            | Rachas    | 0,0            | 0,0       | 1,0       | 0,0       |          | 1,0      |          |
|            | BDS       | 0,0            | 0,0       | 0,5       | 0,0       |          | 0,0      |          |
|            | Filtros   | 0,0            | 1,0       | 0,0       | 1,0       |          | 1,0      |          |
|            | Ljung Box | 0,0            | 1,0       | 0,0       | 1,0       |          | 1,0      |          |
|            | Bartlett  | 0,5            | 1,0       | 0,0       | 0,0       |          | 0,0      |          |
|            | Conjunta  | 0,5            | 3,0       | 1,5       | 2,0       |          | 3,0      |          |



## ANEXO XI. Chile: Análisis empírico por subperiodos según tendencias

### RW1

#### XI.1. Test de Rachas por subperiodos Chile

| Activo | P_Valor        |         |           |           |           |           |          |
|--------|----------------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| IPSA   | 1/1/02-31/8/12 | 1/1/02↑ | 4/7/07↓   | 13/10/08↑ | 6/11/11↓  | 9/8/11↑   | 3/4/12↓  |
|        | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 0,2%      | 1,6%      | 68%       | 2%       |
| COPEC  | 1/1/02-31/8/12 | 1/1/02↑ | 26/10/07↓ | 17/12/08↑ | 11/11/10↓ | 5/10/11↑  | 16/2/12↓ |
|        | 4,1%           | 13,3%   | 2,8%      | 91,8%     | 36,0%     | 41%       | 28%      |
| LAN    | 1/1/02-31/8/12 | 1/1/02↑ | 4/7/07↓   | 10/3/09↑  | 3/11/10↓  | 5/10/11↑  | 2/4/12↓  |
|        | 0,0%           | 0,0%    | 4,0%      | 2,3%      | 0,5%      | 29%       | 63%      |
| ENDESA | 1/1/02-31/8/12 | 1/1/02↑ | 25/6/07↓  | 22/1/08↑  | 1/12/10↓  | 5/10/11↑  | 25/4/12↓ |
|        | 0,0%           | 0,3%    | 6,8%      | 7,7%      | 3,1%      | 93%       | 84%      |
| SQMB   | 1/1/02-31/8/12 | 1/1/02↑ | 19/6/08↓  | 13/10/08↑ | 26/7/11↓  | 5/10/11↑  |          |
|        | 0,0%           | 0,0%    | 13,8%     | 32,7%     | 3,4%      | 33%       |          |
| BSAN   | 1/1/02-31/8/12 | 1/1/02↑ | 19/4/07↓  | 13/10/08↑ | 15/9/10↓  | 28/11/11↑ | 27/3/12↓ |
|        | 4,2%           | 9,4%    | 3,9%      | 37%       | 27%       | 79%       | 29%      |

#### XI.2. Test BDS por subperiodos Chile

| Activo | m | P_Valor        |         |           |           |           |          |          |
|--------|---|----------------|---------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|
| IPSA   |   | 1/1/02-31/8/12 | 1/1/02↑ | 4/7/07↓   | 13/10/08↑ | 6/11/11↓  | 9/8/11↑  | 3/4/12↓  |
|        | 2 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 0,0%      | 1,6%      | 0,0%     | 15,3%    |
|        | 3 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 0,0%      | 0,3%      | 0,0%     | 7,3%     |
|        | 4 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 0,0%      | 0,5%      | 0,0%     | 11,2%    |
|        | 5 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 0,0%      | 0,2%      | 0,0%     | 12,1%    |
|        | 6 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 0,0%      | 0,1%      | 0,0%     | 17,0%    |
| COPEC  |   | 1/1/02-31/8/12 | 1/1/02↑ | 26/10/07↓ | 17/12/08↑ | 11/11/10↓ | 5/10/11↑ | 16/2/12↓ |
|        | 2 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 35,2%     | 0,1%      | 18,3%    | 28,0%    |
|        | 3 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 5,8%      | 0,1%      | 0,6%     | 0,5%     |
|        | 4 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 5,4%      | 0,0%      | 0,1%     | 0,5%     |
|        | 5 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 2,8%      | 0,0%      | 0,1%     | 0,2%     |
|        | 6 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 2,1%      | 0,0%      | 0,1%     | 0,3%     |
| LAN    |   | 1/1/02-31/8/12 | 1/1/02↑ | 4/7/07↓   | 10/3/09↑  | 3/11/10↓  | 5/10/11↑ | 2/4/12↓  |
|        | 2 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 3,8%      | 0,0%      | 0,0%     | 0,6%     |
|        | 3 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 3,2%      | 0,0%      | 0,0%     | 0,2%     |
|        | 4 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 2,8%      | 0,0%      | 0,0%     | 0,0%     |
|        | 5 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 1,5%      | 0,0%      | 0,0%     | 0,1%     |
|        | 6 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 0,4%      | 0,0%      | 0,0%     | 0,0%     |
| ENDESA |   | 1/1/02-31/8/12 | 1/1/02↑ | 25/6/07↓  | 22/1/08↑  | 1/12/10↓  | 5/10/11↑ | 25/4/12↓ |
|        | 2 | 0,0%           | 0,0%    | 43,9%     | 0,0%      | 0,0%      | 0,0%     | 89,9%    |
|        | 3 | 0,0%           | 0,0%    | 3,4%      | 0,0%      | 0,0%      | 0,0%     | 87,4%    |
|        | 4 | 0,0%           | 0,0%    | 6,7%      | 0,0%      | 0,0%      | 0,0%     | 68,1%    |
|        | 5 | 0,0%           | 0,0%    | 3,2%      | 0,0%      | 0,0%      | 0,1%     | 76,7%    |
|        | 6 | 0,0%           | 0,0%    | 3,1%      | 0,0%      | 0,0%      | 0,4%     | 93,6%    |
| SQMB   |   | 1/1/02-31/8/12 | 1/1/02↑ | 19/6/08↓  | 13/10/08↑ | 26/7/11↓  | 5/10/11↑ |          |
|        | 2 | 0,0%           | 0,0%    | 34,1%     | 0,0%      | 52,2%     | 95,3%    |          |
|        | 3 | 0,0%           | 0,0%    | 25,2%     | 0,0%      | 4,5%      | 62,5%    |          |
|        | 4 | 0,0%           | 0,0%    | 13,0%     | 0,0%      | 1,0%      | 60,2%    |          |
|        | 5 | 0,0%           | 0,0%    | 19,4%     | 0,0%      | 1,5%      | 20,0%    |          |
|        | 6 | 0,0%           | 0,0%    | 7,5%      | 0,0%      | 3,0%      | 8,1%     |          |

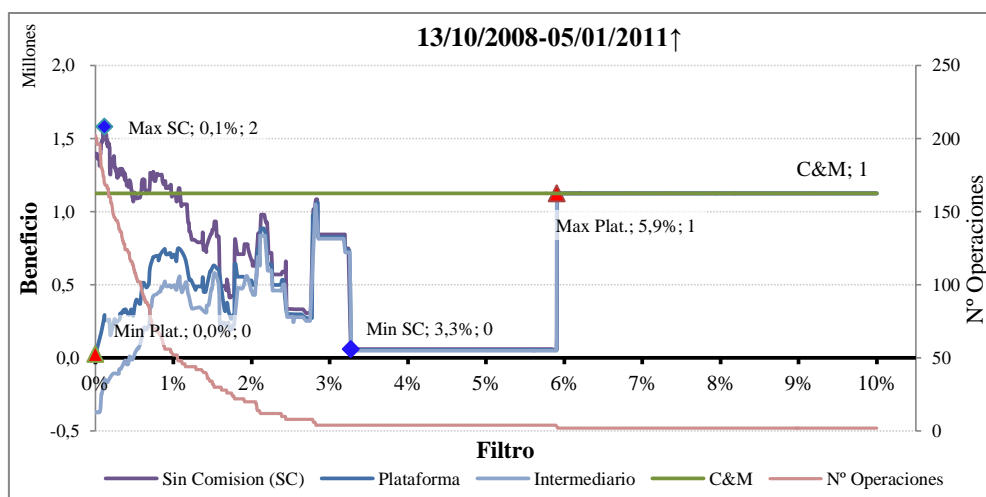
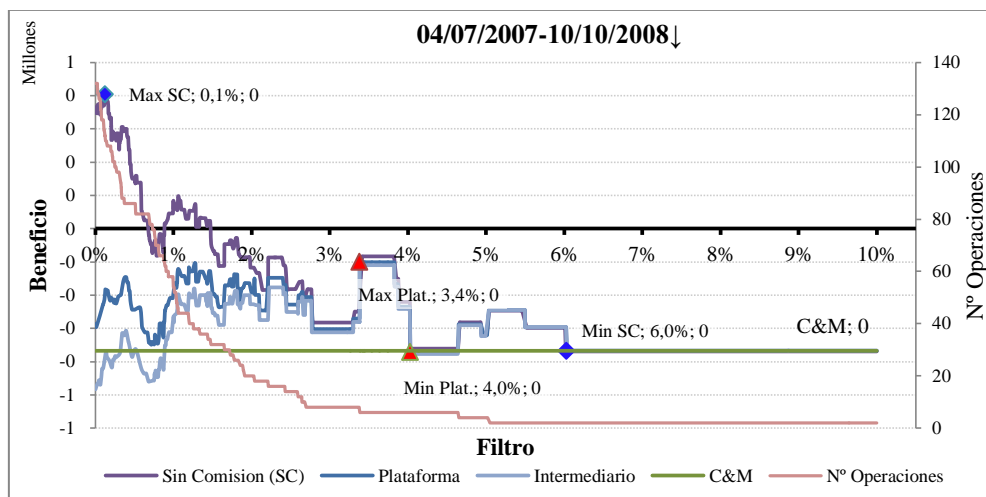
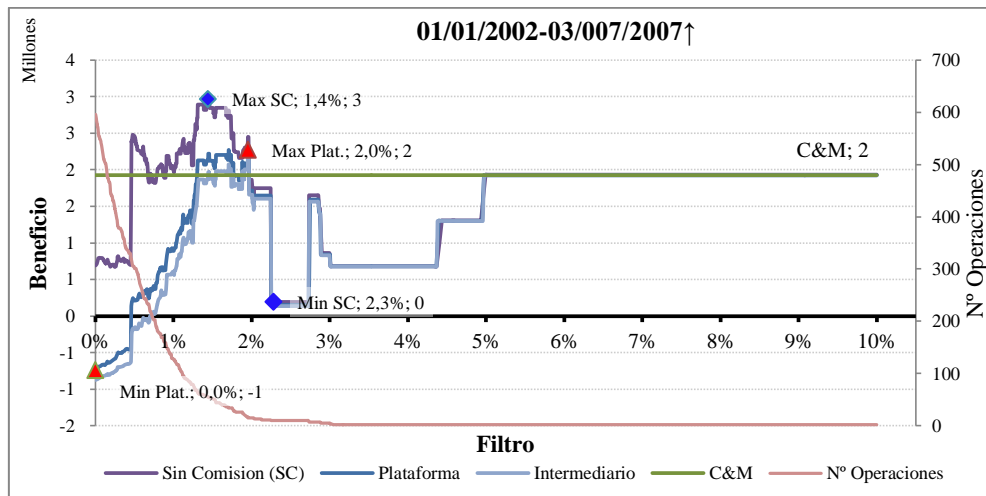
| Activo      | m | P_Valor               |                |                 |                  |                 |                  |                 |
|-------------|---|-----------------------|----------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|
|             |   | <b>1/1/02-31/8/12</b> | <b>1/1/02↑</b> | <b>19/4/07↓</b> | <b>13/10/08↑</b> | <b>15/9/10↓</b> | <b>28/11/11↑</b> | <b>27/3/12↓</b> |
| <b>BSAN</b> | 2 | 0,0%                  | 0,0%           | 0,0%            | 14,3%            | 0,1%            | 0,3%             | 73,0%           |
|             | 3 | 0,0%                  | 0,0%           | 0,1%            | 0,9%             | 0,0%            | 0,3%             | 7,9%            |
|             | 4 | 0,0%                  | 0,0%           | 0,0%            | 0,1%             | 0,0%            | 0,1%             | 3,6%            |
|             | 5 | 0,0%                  | 0,0%           | 0,0%            | 0,0%             | 0,0%            | 0,1%             | 1,4%            |
|             | 6 | 0,0%                  | 0,0%           | 0,0%            | 0,0%             | 0,0%            | 0,2%             | 1,5%            |

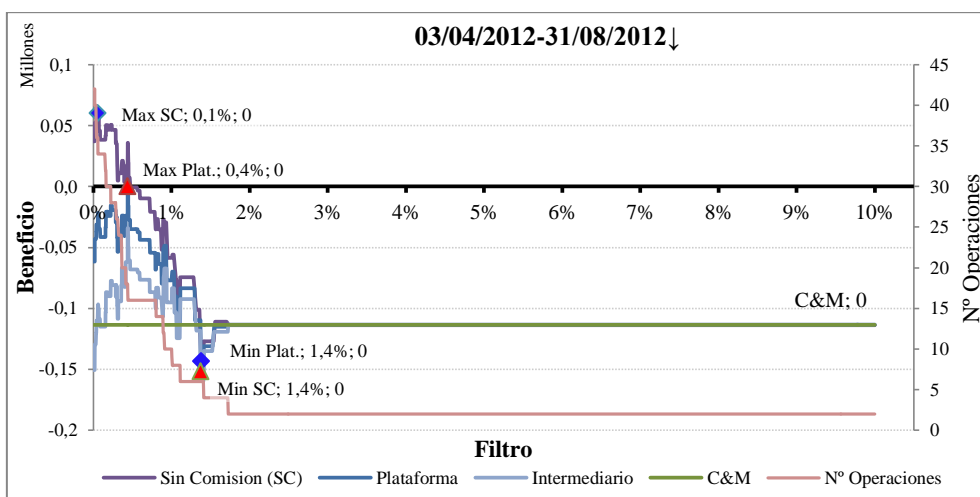
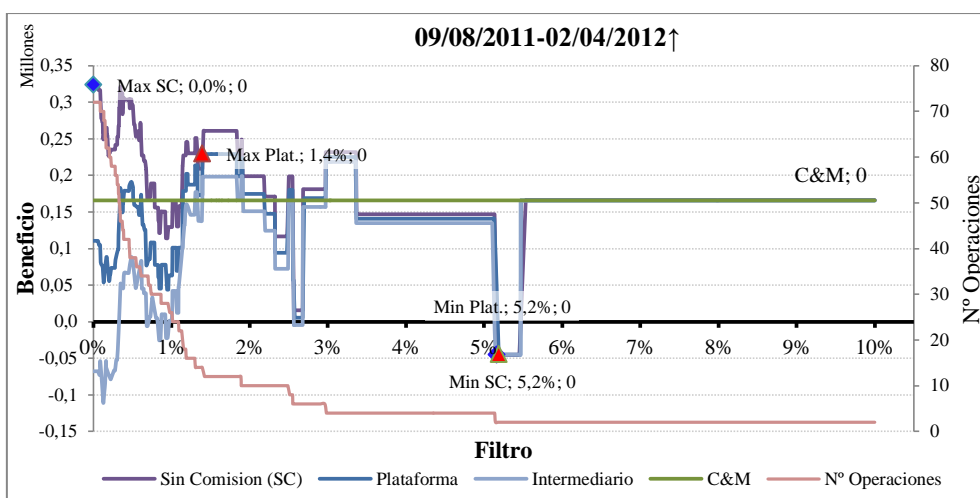
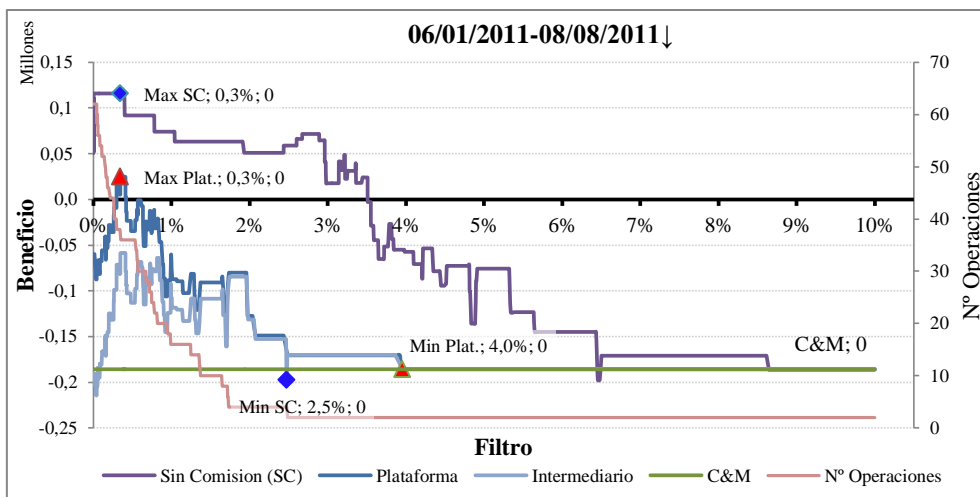
## RW2

### XI.3. Filtros de Alexander por subperiodos Chile (Tabla)

| Activo        |     | Benef. [\$]           | Filtro [%] | Benef. [\$]    | Filtro [%] | Benef. [\$]      | Filtro [%] | Benef. [\$]      | Filtro [%] | Benef. [\$]      | Filtro [%] | Benef. [\$]      | Filtro [%] | Benef. [\$]     | Filtro [%] |
|---------------|-----|-----------------------|------------|----------------|------------|------------------|------------|------------------|------------|------------------|------------|------------------|------------|-----------------|------------|
| <b>IPSA</b>   |     | <b>1/1/02-31/8/12</b> |            | <b>1/1/02↑</b> |            | <b>4/7/07↓</b>   |            | <b>13/10/08↑</b> |            | <b>6/11/11↓</b>  |            | <b>9/8/11↑</b>   |            | <b>3/4/12↓</b>  |            |
| Sin Com.      | Max | 19,22                 | 0,08       | 2,97           | 1,44       | 0,40             | 0,12       | 1,58             | 0,12       | 0,12             | 0,34       | 0,32             | 0,00       | 0,06            | 0,06       |
|               | Min | 0,52                  | 3,37       | 0,19           | 2,28       | -0,37            | 6,03       | 0,06             | 3,27       | -0,20            | 2,47       | -0,05            | 5,16       | -0,14           | 1,38       |
| Com. Plat.    | Max | 2,49                  | 6,92       | 2,27           | 1,95       | -0,10            | 3,38       | 1,12             | 5,91       | 0,02             | 0,34       | 0,23             | 1,39       | 0,00            | 0,44       |
|               | Min | -0,95                 | 0,00       | -0,74          | 0,00       | -0,37            | 4,03       | 0,03             | 0,00       | -0,19            | 3,96       | -0,05            | 5,19       | -0,15           | 1,37       |
| Com. Int.     | Max | 2,48                  | 6,92       | 2,20           | 1,95       | -0,11            | 3,38       | 1,12             | 5,91       | -0,06            | 0,34       | 0,22             | 2,97       | -0,03           | 0,44       |
|               | Min | -0,99                 | 0,00       | -0,87          | 0,00       | -0,48            | 0,00       | -0,38            | 0,00       | -0,21            | 0,03       | -0,11            | 0,13       | -0,16           | 1,37       |
| C&M           |     | 2,49                  |            | 1,93           |            | -0,37            |            | 1,12             |            | -0,19            |            | 0,17             |            | -0,11           |            |
| <b>COPEC</b>  |     | <b>1/1/02-31/8/12</b> |            | <b>1/1/02↑</b> |            | <b>26/10/07↓</b> |            | <b>17/12/08↑</b> |            | <b>11/11/10↓</b> |            | <b>5/10/11↑</b>  |            | <b>16/2/12↓</b> |            |
| Sin Com.      | Max | 15,75                 | 0,01       | 5,32           | 0,07       | 0,29             | 0,15       | 1,35             | 2,77       | -0,07            | 0,34       | 0,53             | 2,60       | 0,03            | 0,53       |
|               | Min | 0,14                  | 4,11       | 0,72           | 2,90       | -0,52            | 9,45       | 0,55             | 4,07       | -0,41            | 6,32       | 0,11             | 3,74       | -0,19           | 1,72       |
| Com. Plat.    | Max | 2,06                  | 9,72       | 3,10           | 6,26       | -0,10            | 1,29       | 1,22             | 2,72       | -0,19            | 2,67       | 0,52             | 2,60       | -0,06           | 0,51       |
|               | Min | -0,96                 | 0,00       | -0,90          | 0,00       | -0,53            | 4,05       | -0,22            | 0,03       | -0,41            | 5,27       | 0,11             | 3,71       | -0,22           | 1,66       |
| Com. Int.     | Max | 2,05                  | 9,32       | 3,09           | 8,88       | -0,21            | 1,29       | 1,21             | 5,91       | -0,20            | 2,67       | 0,51             | 2,33       | -0,11           | 2,56       |
|               | Min | -0,99                 | 0,00       | -0,97          | 0,00       | -0,54            | 4,07       | -0,56            | 0,07       | -0,52            | 0,05       | 0,04             | 0,03       | -0,28           | 1,18       |
| C&M           |     | 2,06                  |            | 3,10           |            | -0,51            |            | 1,21             |            | -0,39            |            | 0,35             |            | -0,17           |            |
| <b>LAN</b>    |     | <b>1/1/02-31/8/12</b> |            | <b>1/1/02↑</b> |            | <b>4/7/07↓</b>   |            | <b>10/3/09↑</b>  |            | <b>3/11/10↓</b>  |            | <b>5/10/11↑</b>  |            | <b>2/4/12↓</b>  |            |
| Sin Com.      | Max | 58,55                 | 0,00       | 13,09          | 0,00       | 0,34             | 0,08       | 2,29             | 4,81       | 0,19             | 0,02       | 0,35             | 2,47       | 0,03            | 0,85       |
|               | Min | 1,31                  | 7,77       | 0,03           | 8,35       | -0,63            | 5,33       | 0,71             | 4,32       | -0,32            | 6,06       | 0,14             | 0,24       | -0,25           | 3,20       |
| Com. Plat.    | Max | 17,72                 | 3,31       | 8,68           | 3,30       | -0,12            | 1,92       | 2,28             | 4,81       | 0,08             | 1,00       | 0,34             | 2,47       | -0,00           | 1,30       |
|               | Min | -0,79                 | 0,00       | -0,59          | 0,01       | -0,65            | 5,33       | 0,11             | 0,39       | -0,32            | 6,97       | -0,00            | 0,03       | -0,25           | 2,99       |
| Com. Int.     | Max | 14,35                 | 3,31       | 8,10           | 3,99       | -0,24            | 1,92       | 2,28             | 4,81       | -0,01            | 1,00       | 0,33             | 8,64       | -0,03           | 1,30       |
|               | Min | -0,98                 | 0,00       | -0,88          | 0,01       | -0,71            | 0,35       | -0,30            | 0,00       | -0,32            | 0,24       | -0,15            | 0,02       | -0,26           | 3,19       |
| C&M           |     | 10,35                 |            | 7,91           |            | -0,48            |            | 2,28             |            | -0,31            |            | 0,33             |            | -0,21           |            |
| <b>ENDESA</b> |     | <b>1/1/02-31/8/12</b> |            | <b>1/1/02↑</b> |            | <b>25/6/07↓</b>  |            | <b>22/1/08↑</b>  |            | <b>1/12/10↓</b>  |            | <b>5/10/11↑</b>  |            | <b>25/4/12↓</b> |            |
| Sin Com.      | Max | 12,85                 | 0,45       | 5,42           | 0,86       | 0,04             | 0,37       | 0,88             | 0,25       | 0,25             | 0,00       | 0,30             | 1,97       | 0,02            | 0,80       |
|               | Min | -0,27                 | 6,93       | -0,10          | 4,33       | -0,39            | 7,29       | -0,15            | 5,91       | -0,31            | 3,06       | 0,05             | 2,79       | -0,11           | 8,25       |
| Com. Plat.    | Max | 2,51                  | 9,86       | 2,85           | 8,23       | -0,11            | 2,89       | 0,74             | 9,57       | 0,05             | 0,66       | 0,29             | 1,97       | -0,01           | 1,13       |
|               | Min | -0,97                 | 0,00       | -0,91          | 0,00       | -0,39            | 7,43       | -0,57            | 0,00       | -0,32            | 3,06       | -0,01            | 0,32       | -0,16           | 0,24       |
| Com. Int.     | Max | 2,51                  | 9,86       | 2,85           | 8,23       | -0,12            | 2,89       | 0,74             | 9,57       | -0,05            | 0,66       | 0,28             | 1,97       | -0,01           | 1,13       |
|               | Min | -0,99                 | 0,00       | -0,97          | 0,00       | -0,40            | 0,00       | -0,81            | 0,00       | -0,33            | 3,09       | -0,14            | 0,03       | -0,23           | 0,24       |
| C&M           |     | 2,51                  |            | 2,85           |            | -0,39            |            | 0,74             |            | -0,21            |            | 0,24             |            | -0,11           |            |
| <b>SQMB</b>   |     | <b>1/1/02-31/8/12</b> |            | <b>1/1/02↑</b> |            | <b>19/6/08↓</b>  |            | <b>13/10/08↑</b> |            | <b>26/7/11↓</b>  |            | <b>5/10/11↑</b>  |            |                 |            |
| Sin Com.      | Max | 45,22                 | 0,29       | 15,30          | 10,00      | 0,11             | 0,24       | 1,89             | 0,00       | 0,09             | 0,00       |                  |            | 0,30            | 0,39       |
|               | Min | 4,29                  | 2,86       | 9,83           | 0,00       | -0,55            | 5,53       | 2,22             | 0,56       | -0,31            | 5,92       |                  |            | 0,00            | 1,79       |
| Com. Plat.    | Max | 23,20                 | 9,61       | 15,23          | 8,39       | -0,03            | 0,24       | 1,55             | 9,35       | 0,04             | 0,00       |                  |            | 0,18            | 4,86       |
|               | Min | -0,91                 | 0,00       | -0,88          | 0,00       | -0,57            | 6,17       | -0,12            | 0,21       | -0,32            | 5,88       |                  |            | -0,10           | 0,00       |
| Com. Int.     | Max | 22,78                 | 9,61       | 15,19          | 8,39       | -0,10            | 0,24       | 1,53             | 9,44       | -0,00            | 0,00       |                  |            | 0,18            | 4,86       |
|               | Min | -0,99                 | 0,00       | -0,97          | 0,00       | -0,58            | 5,94       | -0,59            | 0,00       | -0,32            | 5,89       |                  |            | -0,31           | 0,00       |
| C&M           |     | 17,92                 |            | 15,23          |            | -0,60            |            | 1,66             |            | -0,18            |            |                  |            | 0,18            |            |
| <b>BSAN</b>   |     | <b>1/1/02-31/8/12</b> |            | <b>1/1/02↑</b> |            | <b>19/4/07↓</b>  |            | <b>13/10/08↑</b> |            | <b>15/9/10↓</b>  |            | <b>28/11/11↑</b> |            | <b>27/3/12↓</b> |            |
| Sin Com.      | Max | 2,80                  | 0,08       | 1,24           | 0,37       | 0,11             | 0,51       | 66,14            | 2,85       | 0,06             | 2,97       | 0,24             | 5,29       | -0,04           | 1,73       |
|               | Min | -0,33                 | 2,04       | -0,27          | 2,81       | -0,42            | 4,12       | 0,18             | 1,07       | -0,38            | 5,19       | -0,02            | 1,35       | -0,14           | 10,00      |
| Com. Plat.    | Max | 1,41                  | 10,00      | 0,88           | 10,00      | -0,14            | 2,33       | 1,47             | 7,97       | 0,04             | 2,97       | 0,24             | 6,09       | -0,05           | 1,73       |
|               | Min | -0,99                 | 0,00       | -0,94          | 0,00       | -0,55            | 0,13       | -0,42            | 0,48       | -0,38            | 5,16       | -0,05            | 1,47       | -0,23           | 0,19       |
| Com. Int.     | Max | 1,41                  | 9,76       | 0,88           | 9,92       | -0,20            | 2,33       | 1,47             | 9,68       | 0,01             | 2,98       | 0,24             | 7,01       | -0,05           | 2,91       |
|               | Min | -0,99                 | 0,00       | -0,98          | 0,00       | -0,69            | 0,00       | -0,66            | 0,00       | -0,54            | 0,00       | -0,08            | 1,44       | -0,32           | 0,20       |
| C&M           |     | 1,41                  |            | 0,88           |            | -0,34            |            | 1,47             |            | 0,01             |            | 0,24             |            | -0,14           |            |

#### XI.4. *Filtros de Alexander por subperiodos Chile (Gráfico)*





## XI.5. Test Ljung Box y Test de Bartlett por subperiodos Chile

| Activo   | m | Coeficiente de Autocorrelación $\rho$ -Test Ljung Box |                     |                       |                       |                      |                       |                       |
|----------|---|---|---------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
|          |   | 1/1/02-31/8/12  | 1/1/02↑             | 4/7/07↓               | 13/10/08↑             | 6/11/11↓             | 9/8/11↑               | 3/4/12↓               |
| IPSA     | 1 | <b>0,1534</b><br>0%                                   | <b>0,1493</b><br>0% | <b>0,1911</b><br>0%   | <b>0,1446</b><br>0%   | <b>0,2992</b><br>0%  | <b>0,2410</b><br>0%   | <b>0,1836</b><br>6%   |
|          | 2 | 0,0046<br>0%  | -0,0091<br>0%       | <b>0,2083</b><br>0%   | <b>-0,1176</b><br>0%  | <b>0,1620</b><br>0%  | -0,1254<br>0%         | <b>-0,0259</b><br>15% |
|          | 3 | <b>-0,0523</b><br>0%                                  | -0,0500<br>0%       | 0,0538<br>0%          | -0,0316<br>0%         | -0,0007<br>0%        | -0,1406<br>0%         | <b>0,0070</b><br>29%  |
|          | 4 | 0,0320<br>0%  | 0,0464<br>0%        | 0,0199<br>0%          | <b>0,1024</b><br>0%   | 0,1138<br>0%         | 0,0433<br>0%          | <b>-0,0634</b><br>38% |
|          | 5 | -0,0004<br>0%   | <b>0,0968</b><br>0% | -0,0174<br>0%         | 0,0618<br>0%          | -0,0060<br>0%        | -0,1039<br>0%         | <b>0,0406</b><br>49%  |
|          | 6 | -0,0249<br>0%   | 0,0224<br>0%        | -0,0039<br>0%         | -0,0493<br>0%         | -0,0216<br>0%        | -0,0288<br>0%         | <b>-0,0585</b><br>57% |
|          | 7 | <b>-0,0511</b><br>0%                                  | -0,0230<br>0%       | -0,0731<br>0%         | <b>-0,0870</b><br>0%  | 0,0218<br>0%         | 0,0857<br>1%          | <b>-0,0115</b><br>68% |
|          | 8 | 0,0309<br>0%  | -0,0223<br>0%       | -0,0068<br>0%         | 0,0037<br>0%          | 0,0785<br>1%         | 0,1483<br>0%          | <b>0,1810</b><br>37%  |
| Bartlett |   | <b>±0,0372</b>  | <b>±0,0517</b>      | <b>±0,1074</b>        | <b>±0,0812</b>        | <b>±0,1585</b>       | <b>±0,1503</b>        | <b>±0,1904</b>        |
| COPEC    | 1 | <b>0,1180</b><br>0%                                   | <b>0,0965</b><br>0% | <b>0,1792</b><br>0%   | <b>0,0540</b><br>23%  | 0,1078<br>10%        | <b>0,2059</b><br>4%   | <b>0,0623</b><br>46%  |
|          | 2 | -0,0010<br>0%   | -0,0042<br>0%       | 0,0656<br>0%          | <b>-0,0413</b><br>32% | -0,1007<br>8%        | <b>0,1975</b><br>2%   | <b>-0,1319</b><br>22% |
|          | 3 | <b>-0,0604</b><br>0%                                  | -0,0286<br>0%       | -0,0731<br>1%         | <b>-0,1004</b><br>6%  | <b>-0,1301</b><br>3% | <b>0,0099</b><br>4%   | <b>-0,0207</b><br>38% |
|          | 4 | 0,0279<br>0%  | 0,0301<br>0%        | 0,0072<br>1%          | <b>0,0559</b><br>6%   | -0,0925<br>2%        | <b>0,2002</b><br>2%   | <b>0,0242</b><br>53%  |
|          | 5 | -0,0277<br>0%   | 0,0088<br>0%        | -0,1101<br>1%         | <b>0,0246</b><br>10%  | -0,1172<br>1%        | <b>-0,0493</b><br>3%  | <b>-0,0578</b><br>60% |
|          | 6 | -0,0252<br>0%   | -0,0241<br>1%       | <b>-0,1400</b><br>0%  | <b>-0,0049</b><br>16% | 0,0092<br>2%         | <b>0,1041</b><br>3%   | <b>0,1006</b><br>52%  |
|          | 7 | -0,0314<br>0%   | -0,0366<br>1%       | -0,1122<br>0%         | <b>-0,0936</b><br>6%  | 0,1041<br>2%         | <b>0,0615</b><br>5%   | <b>0,0483</b><br>60%  |
|          | 8 | 0,0164<br>0%  | -0,0055<br>1%       | -0,0709<br>0%         | <b>0,0589</b><br>5%   | 0,0790<br>2%         | <b>0,0572</b><br>7%   | <b>0,0254</b><br>69%  |
| Bartlett |   | <b>±0,0372</b>  | <b>±0,0503</b>      | <b>±0,1135</b>        | <b>±0,0882</b>        | <b>±0,1281</b>       | <b>±0,2000</b>        | <b>±0,1662</b>        |
| LAN      | 1 | <b>0,1196</b><br>0%                                   | <b>0,1234</b><br>0% | <b>0,0894</b><br>6%   | <b>0,1176</b><br>1%   | <b>0,1810</b><br>0%  | <b>0,1113</b><br>20%  | <b>0,0800</b><br>40%  |
|          | 2 | <b>-0,0524</b><br>0%                                  | -0,0183<br>0%       | <b>-0,0898</b><br>3%  | <b>-0,1126</b><br>0%  | -0,0268<br>2%        | <b>-0,1105</b><br>20% | <b>-0,1308</b><br>27% |
|          | 3 | -0,0252<br>0%   | -0,0283<br>0%       | <b>-0,0441</b><br>5%  | -0,0912<br>0%         | 0,0606<br>3%         | <b>0,0341</b><br>34%  | <b>0,0333</b><br>44%  |
|          | 4 | 0,0333<br>0%  | 0,0364<br>0%        | <b>0,0151</b><br>9%   | -0,0641<br>0%         | 0,1189<br>1%         | <b>0,0225</b><br>48%  | <b>0,0768</b><br>49%  |
|          | 5 | 0,0148<br>0%  | -0,0151<br>0%       | <b>0,0469</b><br>11%  | 0,0785<br>0%          | 0,0270<br>3%         | <b>-0,0819</b><br>50% | <b>-0,0474</b><br>60% |
|          | 6 | -0,0061<br>0%   | -0,0160<br>0%       | <b>0,0042</b><br>17%  | -0,0112<br>0%         | -0,0417<br>4%        | <b>0,0784</b><br>52%  | <b>-0,0793</b><br>63% |
|          | 7 | -0,0037<br>0%   | 0,0118<br>0%        | <b>-0,0454</b><br>19% | -0,0493<br>0%         | 0,0592<br>5%         | <b>-0,0684</b><br>56% | <b>-0,0001</b><br>74% |
|          | 8 | <b>0,0485</b><br>0%                                   | 0,0223<br>0%        | <b>0,0669</b><br>15%  | -0,0162<br>1%         | <b>0,1876</b><br>0%  | <b>-0,1099</b><br>48% | <b>0,2021</b><br>33%  |
| Bartlett |   | <b>±0,0372</b>  | <b>±0,0517</b>      | <b>±0,0935</b>        | <b>±0,0944</b>        | <b>±0,1265</b>       | <b>±0,1732</b>        | <b>±0,1895</b>        |

| Activo   | m        | Coeficiente de Autocorrelación p-Test Ljung Box |                |                |                |                |               |               |
|----------|----------|---|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|
| ENDESA   | 1        | 1/1/02-31/8/12                                  | 1/1/02↑        | 25/6/07↓       | 22/1/08↑       | 1/12/10↓       | 5/10/11↑      | 25/4/12↓      |
|          |          | <b>0,1093</b>                                   | <b>0,1484</b>  | <b>0,1054</b>  | <b>0,0317</b>  | <b>0,2044</b>  | <b>0,1722</b> | <b>0,1843</b> |
|          |          | 0%  | 0%             | 19%            | 39%            | 0%             | 4%            | 8%            |
|          | 2        | 0,0043  | 0,0076         | <b>0,1592</b>  | <b>-0,0273</b> | -0,0556        | -0,0138       | -0,0243       |
|          |          | 0%  | 0%             | 6%             | 52%            | 1%             | 11%           | 20%           |
|          | 3        | 0,0049  | -0,0048        | <b>0,0632</b>  | <b>0,0523</b>  | <b>-0,1637</b> | -0,0223       | 0,1108        |
|          |          | 0%  | 0%             | 10%            | 34%            | 0%             | 21%           | 22%           |
|          | 4        | 0,0064  | 0,0078         | <b>-0,0341</b> | <b>-0,0137</b> | 0,0197         | -0,0655       | -0,0018       |
|          |          | 0%  | 0%             | 17%            | 48%            | 0%             | 27%           | 36%           |
| SOMB     | 5        | -0,0284   | 0,0025         | <b>-0,0115</b> | <b>-0,0658</b> | -0,0532        | -0,0935       | 0,1031        |
|          |          | 0%  | 0%             | 26%            | 24%            | 0%             | 26%           | 37%           |
|          | 6        | -0,0163   | 0,0095         | <b>-0,0315</b> | <b>-0,0479</b> | -0,0789        | -0,0167       | -0,0103       |
|          |          | 0%  | 0%             | 36%            | 20%            | 1%             | 37%           | 49%           |
|          | 7        | -0,0303   | -0,0043        | <b>-0,0399</b> | <b>-0,0866</b> | -0,0625        | 0,0574        | 0,0256        |
|          |          | 0%  | 0%             | 44%            | 5%             | 1%             | 43%           | 60%           |
|          | 8        | 0,0092  | -0,0059        | <b>0,0615</b>  | <b>-0,0393</b> | 0,1075         | 0,0555        | 0,1265        |
|          |          | 0%  | 0%             | 48%            | 5%             | 1%             | 48%           | 52%           |
|          | Bartlett | ±0,0372   | ±0,0518        | ±0,1595        | ±0,0718        | ±0,1321        | ±0,1628       | ±0,2066       |
| BSAN     | 1        | 1/1/02-31/8/12                                  | 1/1/02↑        | 19/6/08↓       | 13/10/08↑      | 26/7/11↓       | 5/10/11↑      |               |
|          |          | <b>0,1054</b>                                   | <b>0,0850</b>  | <b>0,1399</b>  | <b>0,1232</b>  | <b>0,0360</b>  | <b>0,1436</b> |               |
|          |          | 0%  | 0%             | 20%            | 0%             | 79%            | 3%            |               |
|          | 2        | <b>-0,0772</b>                                  | 0,0323         | <b>-0,2326</b> | <b>-0,1793</b> | <b>0,0297</b>  | -0,0014       |               |
|          |          | 0%  | 0%             | 4%             | 0%             | 94%            | 9%            |               |
|          | 3        | -0,0181   | 0,0216         | <b>-0,0501</b> | -0,0722        | <b>-0,3654</b> | -0,0025       |               |
|          |          | 0%  | 0%             | 9%             | 0%             | 5%             | 18%           |               |
|          | 4        | 0,0347  | 0,0111         | <b>0,0457</b>  | 0,0618         | -0,0711        | -0,0262       |               |
|          |          | 0%  | 0%             | 15%            | 0%             | 9%             | 28%           |               |
| Bartlett | 5        | 0,0129  | 0,0438         | <b>-0,0058</b> | 0,0275         | -0,0906        | 0,0259        |               |
|          |          | 0%  | 0%             | 24%            | 0%             | 13%            | 39%           |               |
|          | 6        | 0,0265  | 0,0326         | <b>0,1868</b>  | -0,0693        | <b>0,0595</b>  | -0,0012       |               |
|          |          | 0%  | 0%             | 13%            | 0%             | 20%            | 51%           |               |
|          | 7        | <b>-0,0473</b>                                  | 0,0149         | <b>-0,0888</b> | -0,0593        | -0,0538        | 0,0237        |               |
|          |          | 0%  | 0%             | 16%            | 0%             | 27%            | 61%           |               |
|          | 8        | <b>-0,0438</b>                                  | 0,0063         | <b>-0,2054</b> | -0,0354        | <b>0,1451</b>  | 0,0315        |               |
|          |          | 0%  | 1%             | 7%             | 0%             | 26%            | 69%           |               |
|          | Bartlett | ±0,0372   | ±0,0477        | ±0,2164        | ±0,0727        | ±0,2745        | ±0,1279       |               |
| BSAN     | 1        | 1/1/02-31/8/12                                  | 1/1/02↑        | 19/4/07↓       | 13/10/08↑      | 15/9/10↓       | 28/11/11↑     | 27/3/12↓      |
|          |          | 0,0205  | <b>-0,0082</b> | 0,1081         | 0,0108         | 0,1047         | -0,0694       | 0,0077        |
|          |          | 28%   | 76%            | 3%             | 81%            | 6%             | 51%           | 93%           |
|          | 2        | <b>-0,0565</b>                                  | <b>-0,0323</b> | 0,0323         | <b>-0,0889</b> | -0,1031        | 0,0868        | -0,0822       |
|          |          | 1%  | 46%            | 8%             | 13%            | 3%             | 57%           | 68%           |
|          | 3        | <b>-0,0420</b>                                  | <b>-0,0255</b> | -0,0016        | -0,0416        | <b>-0,1249</b> | -0,0789       | -0,0590       |
|          |          | 0%  | 49%            | 17%            | 18%            | 1%             | 64%           | 76%           |
|          | 4        | <b>0,0374</b>                                   | <b>-0,0295</b> | 0,1175         | <b>0,0953</b>  | 0,0556         | 0,0384        | -0,1587       |
|          |          | 0%  | 45%            | 3%             | 5%             | 1%             | 77%           | 39%           |
| Bartlett | 5        | -0,0133   | <b>-0,0741</b> | 0,0234         | 0,0307         | -0,0323        | 0,0033        | 0,1712        |
|          |          | 0%  | 5%             | 6%             | 7%             | 2%             | 87%           | 18%           |
|          | 6        | <b>-0,0520</b>                                  | <b>0,0419</b>  | -0,0456        | <b>-0,1222</b> | -0,0218        | -0,1374       | -0,0827       |
|          |          | 0%  | 3%             | 8%             | 1%             | 4%             | 73%           | 21%           |
|          | 7        | -0,0355   | <b>-0,0063</b> | <b>-0,1053</b> | -0,0513        | -0,0034        | 0,1338        | -0,0653       |
|          |          | 0%  | 6%             | 3%             | 1%             | 7%             | 62%           | 26%           |
|          | 8        | 0,0048  | <b>0,0128</b>  | <b>0,0472</b>  | <b>-0,1486</b> | 0,0984         | 0,0015        | 0,0974        |
|          |          | 0%  | 8%             | 3%             | 0%             | 4%             | 72%           | 26%           |
|          | Bartlett | ±0,0372   | ±0,0527        | ±0,0466        | ±0,0875        | ±0,1108        | ±0,2114       | ±0,1860       |

## XI.6. Evaluación conjunta del recorrido aleatorio Chile.

| Activo | Test            | Evaluación     |            |            |            |            |            |            |
|--------|-----------------|----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| IPSA   |                 | 1/1/02-31/8/12 | 3/7/07↑    | 10/10/08↓  | 5/1/11↑    | 8/8/11↓    | 2/4/12↑    | 31/8/12↓   |
|        | Rachas          | 0              | 0          | 0          | 0          | 0          | 1          | 0          |
|        | BDS             | 0              | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 1          |
|        | Filtros         | 1              | 0          | 0          | 1          | 0          | 0          | 0          |
|        | Ljung Box       | 0              | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 1          |
|        | Bartlett        | 0              | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 1          |
|        | <b>Conjunta</b> | <b>1,0</b>     | <b>0,0</b> | <b>0,0</b> | <b>1,0</b> | <b>0,0</b> | <b>1,0</b> | <b>3,0</b> |
| COPEC  |                 | 1/1/02-31/8/12 | 25/10/07↑  | 16/2/08↓   | 10/11/10↑  | 4/10/11↓   | 15/2/12↑   | 31/8/12↓   |
|        | Rachas          | 0,0            | 0,5        | 0,0        | 1,0        | 1,0        | 1,0        | 1,0        |
|        | BDS             | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 1,0        | 0,0        | 1,0        | 1,0        |
|        | Filtros         | 1,0            | 1,0        | 0,0        | 0,0        | 0,0        | 0,0        | 0,0        |
|        | Ljung Box       | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 1,0        | 0,0        | 1,0        | 1,0        |
|        | Bartlett        | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 0,0        | 0,0        | 0,0        | 1,0        |
|        | <b>Conjunta</b> | <b>1,0</b>     | <b>1,5</b> | <b>0,0</b> | <b>3,0</b> | <b>1,0</b> | <b>3,0</b> | <b>4,0</b> |
| LAN    |                 | 1/1/02-31/8/12 | 3/7/07↑    | 9/3/09↓    | 2/11/10↑   | 4/10/11↓   | 30/3/12↑   | 31/8/12↓   |
|        | Rachas          | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 0,0        | 0,0        | 1,0        | 1,0        |
|        | BDS             | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 0,0        | 0,0        | 0,0        | 0,0        |
|        | Filtros         | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 1,0        | 0,0        | 0,0        | 0,0        |
|        | Ljung Box       | 0,0            | 0,0        | 1,0        | 0,0        | 0,0        | 1,0        | 1,0        |
|        | Bartlett        | 0,0            | 0,0        | 1,0        | 0,0        | 0,0        | 1,0        | 0,5        |
|        | <b>Conjunta</b> | <b>0,0</b>     | <b>0,0</b> | <b>2,0</b> | <b>1,0</b> | <b>0,0</b> | <b>3,0</b> | <b>2,5</b> |
| ENDESA |                 | 1/1/02-31/8/12 | 22/6/07↑   | 21/1/08↓   | 30/11/11↑  | 4/10/11↓   | 24/4/12↑   | 31/8/12↓   |
|        | Rachas          | 0,0            | 0,0        | 0,5        | 0,5        | 0,0        | 1,0        | 1,0        |
|        | BDS             | 0,0            | 0,0        | 1,0        | 0,0        | 0,0        | 0,0        | 1,0        |
|        | Filtros         | 1,0            | 1,0        | 0,0        | 1,0        | 0,0        | 0,0        | 0,0        |
|        | Ljung Box       | 0,0            | 0,0        | 1,0        | 1,0        | 0,0        | 1,0        | 1,0        |
|        | Bartlett        | 0,0            | 0,0        | 1,0        | 0,5        | 0,0        | 0,0        | 1,0        |
|        | <b>Conjunta</b> | <b>1,0</b>     | <b>1,0</b> | <b>3,5</b> | <b>3,0</b> | <b>0,0</b> | <b>2,0</b> | <b>4,0</b> |
| SQMB   |                 | 1/1/02-31/8/12 | 18/6/08↑   | 10/10/08↓  | 25/07/11↑  | 4/10/11↓   | 31/8/12↓   |            |
|        | Rachas          | 0,0            | 0,0        | 0,5        | 1,0        | 0,0        | 1,0        |            |
|        | BDS             | 0,0            | 0,0        | 1,0        | 0,0        | 1,0        | 1,0        |            |
|        | Filtros         | 0,0            | 1,0        | 0,0        | 1,0        | 0,0        | 1,0        |            |
|        | Ljung Box       | 0,0            | 0,0        | 1,0        | 0,0        | 1,0        | 1,0        |            |
|        | Bartlett        | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 0,0        | 0,0        | 0,0        |            |
|        | <b>Conjunta</b> | <b>0,0</b>     | <b>1,0</b> | <b>2,5</b> | <b>2,0</b> | <b>2,0</b> | <b>4,0</b> |            |
| BSAN   |                 | 1/1/02-31/8/12 | 18/4/07↑   | 10/10/08↓  | 14/9/10↑   | 25/11/11↓  | 26/3/12↑   | 31/8/12↓   |
|        | Rachas          | 0,0            | 0,5        | 0,0        | 1,0        | 1,0        | 1,0        | 1,0        |
|        | BDS             | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 1,0        | 0,0        | 0,0        | 1,0        |
|        | Filtros         | 1,0            | 1,0        | 0,0        | 1,0        | 0,0        | 1,0        | 0,0        |
|        | Ljung Box       | 0,0            | 1,0        | 0,0        | 0,0        | 0,0        | 1,0        | 1,0        |
|        | Bartlett        | 0,0            | 0,0        | 0,0        | 0,0        | 0,0        | 1,0        | 1,0        |
|        | <b>Conjunta</b> | <b>1,0</b>     | <b>2,5</b> | <b>0,0</b> | <b>3,0</b> | <b>1,0</b> | <b>4,0</b> | <b>4,0</b> |

## ANEXO XII. Colombia: Análisis empírico subperiodos según tendencias

### RW1

#### XII.1. Test de Rachas por subperiodos Colombia

| Activo    | P_Valor                       |                 |                   |                   |                    |                  |                 |                    |
|-----------|-------------------------------|-----------------|-------------------|-------------------|--------------------|------------------|-----------------|--------------------|
| IGBC      | 2/1/02-31/8/12<br>0,0%        | 2/1/02↑<br>0,0% | 30/1/06↓<br>3,8%  | 29/6/06↑<br>2,7%  | 26/11/07↓<br>1,1%  | 28/10/08↑<br>42% | 5/11/10↓<br>24% | 28/11/11↑<br>88,3% |
| ECOPETROL | 27/11/07-<br>31/8/12<br>20,7% |                 |                   |                   | 27/11/07↓<br>5,2%  | 28/10/08↑<br>12% | 8/11/10↓<br>45% | 28/11/11↑<br>38%   |
| PREC      | 1/1/02-31/8/12<br>8,7%        |                 |                   |                   |                    | 8/12/09↑<br>41%  | 8/11/10↓<br>72% | 28/11/11↑<br>88%   |
| PFBCOLOM  | 2/1/02-31/8/12<br>0,4%        | 2/1/02↑<br>0,0% | 30/1/06↓<br>74,1% | 29/6/06↑<br>33,7% | 26/11/07↓<br>14,2% | 28/10/08↑<br>63% | 5/11/10↓<br>97% | 28/11/11↑<br>18%   |
| GRUPOSURA | 2/1/02-31/8/12<br>0,0%        | 2/1/02↑<br>0,0% | 30/1/06↓<br>0,7%  | 29/6/06↑<br>79,2% | 26/11/07↓<br>18,1% | 28/10/08↑<br>20% | 5/11/10↓<br>57% | 28/11/11↑<br>9%    |
| CEMARGOS  | 2/1/02-31/8/12<br>0,0%        | 2/1/02↑<br>0,0% | 30/1/06↓<br>5,5%  | 29/6/06↑<br>70%   | 26/11/07↓<br>16%   | 28/10/08↑<br>32% | 5/11/10↓<br>27% | 28/11/11↑<br>88%   |

#### XII.2. Test BDS por subperiodos Colombia

| Activo    | m | P_Valor          |         |          |          |           |           |          |           |
|-----------|---|------------------|---------|----------|----------|-----------|-----------|----------|-----------|
| IGBC      |   | 2/1/02-31/8/12   | 2/1/02↑ | 30/1/06↓ | 29/6/06↑ | 26/11/07↓ | 28/10/08↑ | 5/11/10↓ | 28/11/11↑ |
|           | 2 | 0,0%             | 0,0%    | 0,0%     | 0,0%     | 0,0%      | 0,0%      | 1,7%     | 94,8%     |
|           | 3 | 0,0%             | 0,0%    | 0,0%     | 0,0%     | 0,0%      | 0,0%      | 0,2%     | 28,3%     |
|           | 4 | 0,0%             | 0,0%    | 0,0%     | 0,0%     | 0,0%      | 0,0%      | 0,0%     | 18,3%     |
|           | 5 | 0,0%             | 0,0%    | 0,0%     | 0,0%     | 0,0%      | 0,0%      | 0,0%     | 7,1%      |
|           | 6 | 0,0%             | 0,0%    | 0,0%     | 0,0%     | 0,0%      | 0,0%      | 0,0%     | 2,1%      |
| ECOPETROL |   | 27/11/07-31/8/12 |         |          |          | 27/11/07↓ | 28/10/08↑ | 8/11/10↓ | 28/11/11↑ |
|           | 2 | 0,0%             |         |          |          | 0,0%      | 0,0%      | 0,0%     | 3,3%      |
|           | 3 | 0,0%             |         |          |          | 0,0%      | 0,0%      | 0,1%     | 0,7%      |
|           | 4 | 0,0%             |         |          |          | 0,0%      | 0,0%      | 0,0%     | 1,0%      |
|           | 5 | 0,0%             |         |          |          | 0,0%      | 0,0%      | 0,0%     | 0,7%      |
|           | 6 | 0,0%             |         |          |          | 0,0%      | 0,0%      | 0,1%     | 1,5%      |
| PREC      |   | 1/1/02-31/8/12   |         |          |          |           | 8/12/09↑  | 8/11/10↓ | 28/11/11↑ |
|           | 2 | 0,0%             |         |          |          |           | 0,0%      | 0,1%     | 76,9%     |
|           | 3 | 0,0%             |         |          |          |           | 0,3%      | 0,0%     | 29,0%     |
|           | 4 | 0,0%             |         |          |          |           | 0,1%      | 0,0%     | 13,4%     |
|           | 5 | 0,0%             |         |          |          |           | 0,0%      | 0,0%     | 9,9%      |
|           | 6 | 0,0%             |         |          |          |           | 0,0%      | 0,0%     | 3,3%      |
| PFBCOLOM  |   | 3/1/02-31/8/12   | 3/1/02↑ | 30/1/06↓ | 29/6/06↑ | 26/11/07↓ | 28/10/08↑ | 5/11/10↓ | 28/11/11↑ |
|           | 2 | 0,0%             | 0,0%    | 0,0%     | 0,9%     | 0,0%      | 0,0%      | 41,7%    | 2,1%      |
|           | 3 | 0,0%             | 0,0%    | 0,0%     | 1,6%     | 0,0%      | 0,0%      | 38,1%    | 0,1%      |
|           | 4 | 0,0%             | 0,0%    | 0,0%     | 4,1%     | 0,0%      | 0,0%      | 50,9%    | 0,0%      |
|           | 5 | 0,0%             | 0,0%    | 0,0%     | 2,6%     | 0,0%      | 0,0%      | 53,6%    | 0,0%      |
|           | 6 | 0,0%             | 0,0%    | 0,0%     | 1,4%     | 0,0%      | 0,0%      | 46,5%    | 0,0%      |
| GRUPOSURA |   | 2/1/02-31/8/12   | 2/1/02↑ | 30/1/06↓ | 29/6/06↑ | 26/11/07↓ | 28/10/08↑ | 5/11/10↓ | 28/11/11↑ |
|           | 2 | 0,0%             | 0,1%    | 0,0%     | 0,0%     | 0,0%      | 0,0%      | 87,0%    | 0,4%      |
|           | 3 | 0,0%             | 0,0%    | 0,0%     | 0,0%     | 0,0%      | 0,0%      | 88,9%    | 0,0%      |
|           | 4 | 0,0%             | 0,0%    | 0,0%     | 0,0%     | 0,0%      | 0,0%      | 80,4%    | 0,0%      |
|           | 5 | 0,0%             | 0,0%    | 0,0%     | 0,0%     | 0,0%      | 0,0%      | 74,1%    | 0,0%      |
|           | 6 | 0,0%             | 0,0%    | 0,0%     | 0,0%     | 0,0%      | 0,0%      | 59,0%    | 0,0%      |



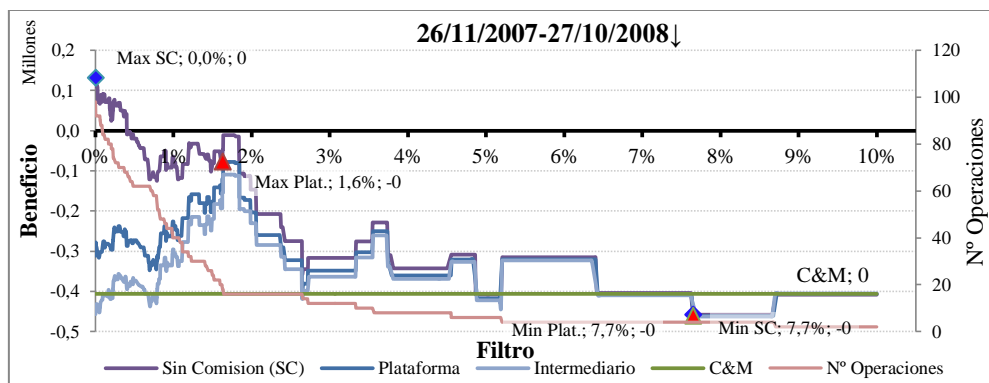
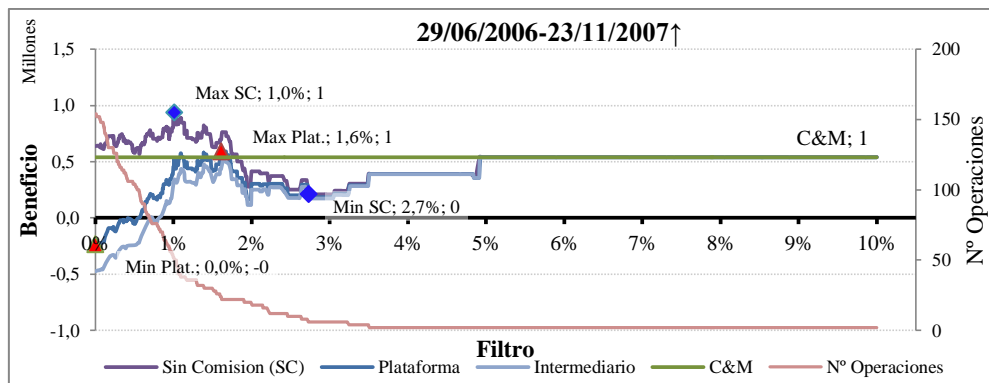
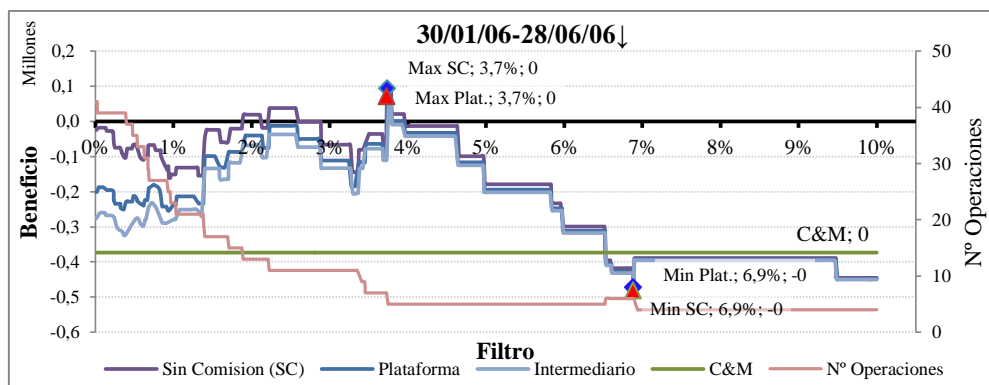
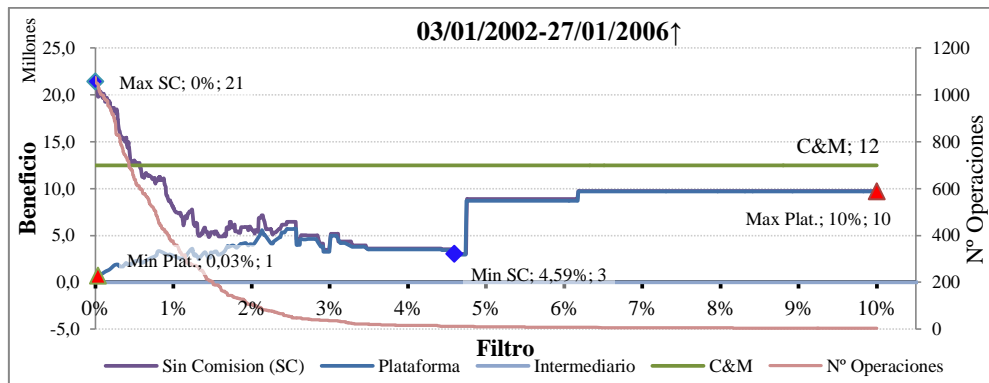
| Activo   | m | P_Valor        |         |          |          |           |           |          |           |
|----------|---|----------------|---------|----------|----------|-----------|-----------|----------|-----------|
| CEMARGOS |   | 2/1/02-31/8/12 | 2/1/02↑ | 30/1/06↓ | 29/6/06↑ | 26/11/07↓ | 28/10/08↑ | 5/11/10↓ | 28/11/11↑ |
|          | 2 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%     | 0,0%     | 0,0%      | 0,0%      | 37,2%    | 22,3%     |
|          | 3 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%     | 0,0%     | 0,0%      | 0,0%      | 29,0%    | 7,4%      |
|          | 4 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%     | 0,0%     | 0,0%      | 0,0%      | 12,4%    | 9,4%      |
|          | 5 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%     | 0,0%     | 0,0%      | 0,0%      | 3,9%     | 9,9%      |
|          | 6 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%     | 0,0%     | 0,0%      | 0,0%      | 2,0%     | 6,5%      |

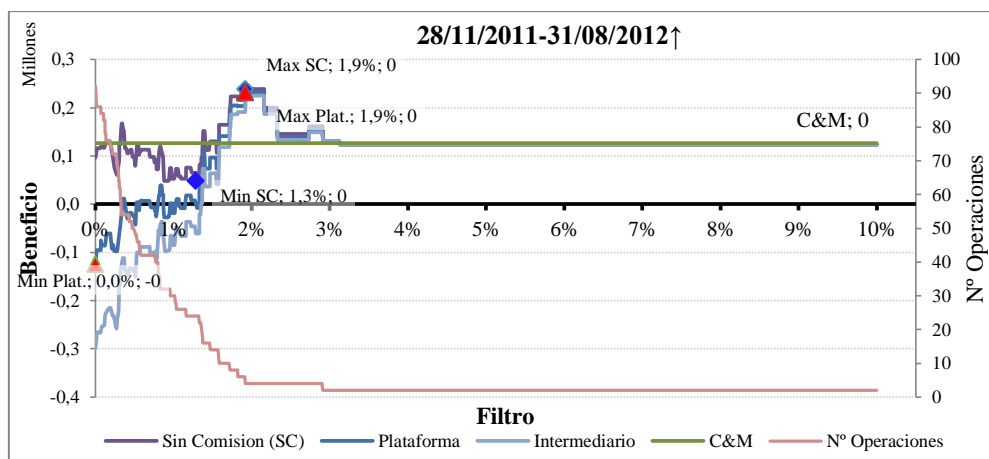
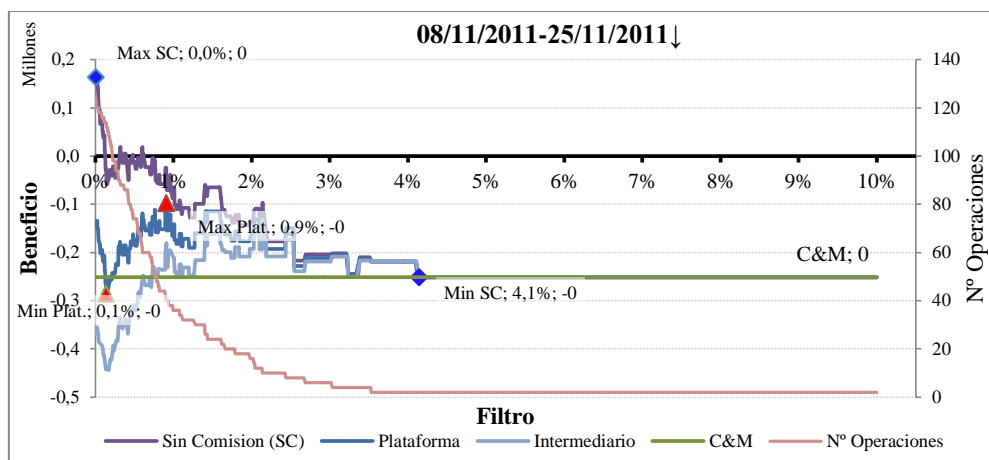
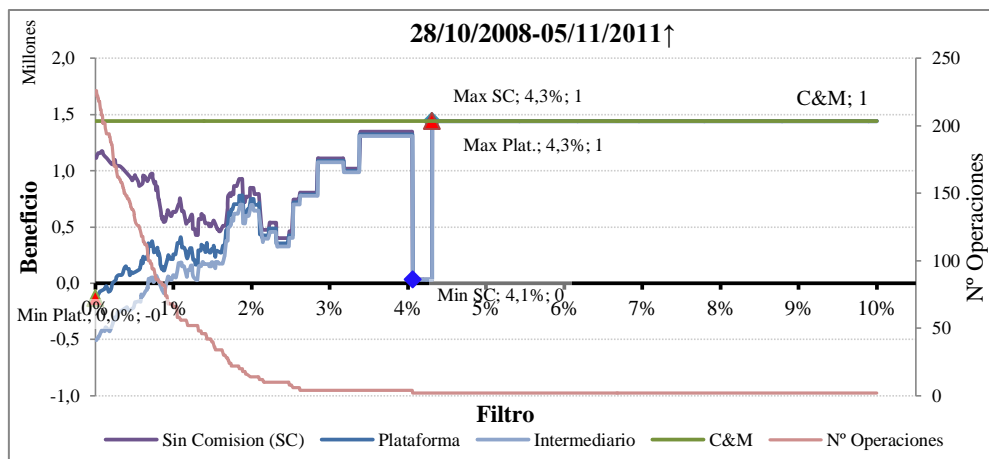
RW2

### XII.3. Filtros de Alexander por subperiodos Colombia (Tabla)

| FILTRO     |     | Benef. [\$]      | Filtro [%] | Benef. [\$] | Filtro [%] | Benef. [\$] | Filtro [%] | Benef. [\$] | Filtro [%] | Benef. [\$] | Filtro [%] | Benef. [\$] | Filtro [%] | Benef. [\$] | Filtro [%] | Benef. [\$] | Filtro [%] |
|------------|-----|------------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| IGBC       |     | 2/1/02-31/8/12   |            | 2/1/02↑     |            | 30/1/06↓    |            | 29/6/06↑    |            | 26/11/07↓   |            | 28/10/08↑   |            | 5/11/10↓    |            | 28/11/11↑   |            |
| Sin Com.   | Max | 113,6            | 0,00       | 21,40       | 0,00       | 0,09        | 3,73       | 0,94        | 1,01       | 0,13        | 0,00       | 1,44        | 4,31       | 0,16        | 0,01       | 0,24        | 1,92       |
|            | Min | 5,16             | 4,59       | 3,03        | 4,59       | 0,47        | 6,88       | 0,21        | 2,73       | 0,46        | 7,65       | 0,03        | 4,06       | 0,25        | 4,14       | 0,05        | 1,28       |
| Com. Plat. | Max | 13,76            | 6,42       | 9,69        | 10,0       | 0,07        | 3,73       | 0,59        | 1,61       | 0,08        | 1,63       | 1,44        | 4,31       | 0,10        | 0,91       | 0,23        | 1,92       |
|            | Min | 0,52             | 0,00       | 0,68        | 0,03       | 0,48        | 6,88       | 0,23        | 0,00       | 0,46        | 7,66       | 0,13        | 0,00       | 0,29        | 0,14       | 0,12        | 0,00       |
| Com. Int.  | Max | 13,51            | 6,42       | 9,67        | 10,0       | 0,06        | 3,76       | 0,54        | 4,92       | 0,11        | 1,63       | 1,44        | 4,31       | 0,13        | 2,14       | 0,23        | 1,92       |
|            | Min | 0,96             | 0,00       | 0,27        | 0,02       | 0,48        | 6,88       | 0,47        | 0,00       | 0,46        | 7,69       | 0,51        | 0,01       | 0,44        | 0,17       | 0,30        | 0,00       |
| C&M        |     | 12,47            |            | 9,94        |            | -0,37       |            | 0,54        |            | -0,41       |            | 1,44        |            | -0,25       |            | 0,13        |            |
| ECOPETROL  |     | 27/11/07-31/8/12 |            |             |            |             |            |             |            | 27/11/07↓   |            | 28/10/08↑   |            | 8/11/10↓    |            | 28/11/11↑   |            |
| Sin Com.   | Max | 2,31             | 0,39       |             |            |             |            |             |            | 0,42        | 0,35       | 1,41        | 10,0       | 0,07        | 0,91       | 0,39        | 4,22       |
|            | Min | 0,14             | 7,07       |             |            |             |            |             |            | 0,28        | 3,14       | 0,47        | 2,20       | 0,21        | 1,57       | 0,08        | 0,87       |
| Com. Plat. | Max | 1,74             | 4,86       |             |            |             |            |             |            | 0,22        | 5,48       | 1,41        | 10,0       | 0,07        | 0,91       | 0,39        | 4,25       |
|            | Min | 0,55             | 0,00       |             |            |             |            |             |            | 0,34        | 3,16       | 0,18        | 0,11       | 0,36        | 0,13       | 0,11        | 0,19       |
| Com. Int.  | Max | 1,70             | 4,86       |             |            |             |            |             |            | 0,21        | 5,48       | 1,41        | 10,0       | 0,10        | 3,74       | 0,39        | 4,23       |
|            | Min | 0,88             | 0,01       |             |            |             |            |             |            | 0,37        | 0,00       | 0,52        | 0,00       | 0,51        | 0,00       | 0,23        | 0,18       |
| C&M        |     | 1,58             |            |             |            |             |            |             |            | -0,07       |            | 1,41        |            | -0,16       |            | 0,31        |            |
| PREC       |     | 11/02-31/8/12    |            |             |            |             |            |             |            |             |            | 28/10/08↑   |            | 5/11/10↓    |            | 28/11/11↑   |            |
| Sin Com.   | Max | 2,03             | 2,26       |             |            |             |            |             |            |             |            | 1,29        | 2,50       | 0,17        | 0,43       | 0,46        | 1,77       |
|            | Min | 0,26             | 5,23       |             |            |             |            |             |            |             |            | 0,77        | 5,04       | 0,43        | 6,44       | 0,03        | 0,84       |
| Com. Plat. | Max | 1,25             | 2,25       |             |            |             |            |             |            |             |            | 1,23        | 2,50       | 0,09        | 0,43       | 0,44        | 3,47       |
|            | Min | 0,39             | 0,27       |             |            |             |            |             |            |             |            | 0,42        | 0,03       | 0,44        | 6,47       | 0,14        | 0,49       |
| Com. Int.  | Max | 0,93             | 3,46       |             |            |             |            |             |            |             |            | 1,17        | 2,50       | 0,14        | 7,68       | 0,40        | 3,41       |
|            | Min | 0,69             | 0,18       |             |            |             |            |             |            |             |            | 0,14        | 0,00       | 0,47        | 1,00       | 0,30        | 0,17       |
| C&M        |     | 0,34             |            |             |            |             |            |             |            |             |            | 0,90        |            | -0,41       |            | 0,15        |            |
| PFBOLCOM   |     | 3/1/02-31/8/12   |            | 3/1/02↑     |            | 30/1/06↓    |            | 29/6/06↑    |            | 26/11/07↓   |            | 28/10/08↑   |            | 5/11/10↓    |            | 28/11/11↑   |            |
| Sin Com.   | Max | 32,43            | 8,18       | 19,63       | 8,15       | 0,01        | 0,36       | 0,27        | 3,03       | 0,08        | 0,65       | 1,95        | 1,41       | 0,07        | 1,16       | 0,13        | 3,01       |
|            | Min | 5,41             | 4,70       | 4,27        | 10,0       | 0,36        | 3,81       | 0,23        | 0,50       | 0,57        | 6,47       | 0,00        | 6,95       | 0,34        | 2,81       | 0,21        | 0,67       |
| Com. Plat. | Max | 31,20            | 8,15       | 19,23       | 8,15       | 0,14        | 6,38       | 0,22        | 8,25       | 0,08        | 2,83       | 1,84        | 7,55       | 0,04        | 1,16       | 0,12        | 3,01       |
|            | Min | 0,88             | 0,11       | 0,45        | 0,09       | 0,39        | 3,85       | 0,61        | 0,46       | 0,58        | 6,46       | 0,29        | 0,00       | 0,36        | 2,81       | 0,33        | 0,26       |
| Com. Int.  | Max | 30,64            | 8,14       | 19,08       | 8,15       | 0,14        | 6,38       | 0,22        | 8,25       | 0,12        | 2,83       | 1,84        | 7,79       | 0,13        | 4,26       | 0,11        | 3,01       |
|            | Min | 0,98             | 0,00       | 0,31        | 0,09       | 0,41        | 3,80       | 0,72        | 0,46       | 0,60        | 0,11       | 0,61        | 0,00       | 0,47        | 0,07       | 0,45        | 0,18       |
| C&M        |     | 30,64            |            | 17,94       |            | -0,30       |            | 0,22        |            | -0,48       |            | 1,84        |            | -0,15       |            | -0,04       |            |
| GRUPOSURA  |     | 2/1/02-31/8/12   |            | 2/1/02↑     |            | 30/1/06↓    |            | 29/6/06↑    |            | 26/11/07↓   |            | 28/10/08↑   |            | 5/11/10↓    |            | 28/11/11↑   |            |
| Sin Com.   | Max | 158,66           | 0,12       | 30,38       | 0,08       | 0,00        | 0,00       | 1,20        | 0,64       | 0,11        | 0,12       | 2,64        | 9,95       | 0,03        | 2,83       | 0,01        | 0,99       |
|            | Min | 0,12             | 9,31       | 0,05        | 10,0       | 0,48        | 10,0       | 0,26        | 3,05       | 0,52        | 8,22       | 0,07        | 6,51       | 0,32        | 1,73       | 0,20        | 2,40       |
| Com. Plat. | Max | 25,23            | 2,82       | 15,52       | 6,56       | 0,09        | 2,83       | 0,84        | 9,59       | 0,07        | 2,56       | 2,64        | 9,95       | 0,02        | 2,83       | 0,01        | 6,37       |
|            | Min | 0,52             | 0,05       | 0,05        | 10,0       | 0,49        | 9,81       | 0,24        | 0,00       | 0,52        | 9,23       | 0,06        | 6,62       | 0,39        | 0,00       | 0,33        | 0,00       |
| Com. Int.  | Max | 18,74            | 2,82       | 15,32       | 6,56       | 0,12        | 2,83       | 0,84        | 9,59       | 0,10        | 2,56       | 2,63        | 9,95       | 0,01        | 2,83       | 0,01        | 6,37       |
|            | Min | 0,96             | 0,04       | 0,24        | 0,04       | 0,49        | 10,0       | 0,49        | 0,00       | 0,52        | 8,41       | 0,21        | 0,22       | 0,53        | 0,00       | 0,48        | 0,00       |
| C&M        |     | 23,48            |            | 18,79       |            | -0,55       |            | 0,84        |            | -0,47       |            | 2,64        |            | -0,31       |            | 0,01        |            |
| CEMARGOS   |     | 2/1/02-31/8/12   |            | 2/1/02↑     |            | 30/1/06↓    |            | 29/6/06↑    |            | 26/11/07↓   |            | 28/10/08↑   |            | 5/11/10↓    |            | 28/11/11↑   |            |
| Sin Com.   | Max | 23,40            | 0,00       | 14,94       | 0,01       | 0,06        | 1,78       | 0,42        | 1,92       | 0,09        | 3,97       | 1,37        | 7,27       | 0,06        | 1,16       | 0,14        | 2,06       |
|            | Min | 1,18             | 6,05       | 1,47        | 4,06       | 0,56        | 9,83       | 0,03        | 2,90       | 0,50        | 8,32       | 0,02        | 4,82       | 0,40        | 2,48       | 0,03        | 0,23       |
| Com. Plat. | Max | 11,13            | 7,30       | 10,19       | 6,13       | 0,15        | 1,78       | 0,31        | 8,28       | 0,12        | 3,97       | 1,37        | 7,27       | 0,14        | 4,58       | 0,14        | 2,06       |
|            | Min | 0,82             | 0,00       | 1,13        | 4,04       | 0,56        | 9,70       | 0,49        | 0,12       | 0,50        | 7,35       | 0,31        | 0,27       | 0,43        | 0,67       | 0,14        | 0,22       |
| Com. Int.  | Max | 10,80            | 7,30       | 10,11       | 6,13       | 0,19        | 1,78       | 0,31        | 8,28       | 0,13        | 3,97       | 1,36        | 7,27       | 0,14        | 4,58       | 0,13        | 2,06       |
|            | Min | 0,97             | 0,00       | 0,10        | 0,00       | 0,57        | 9,74       | 0,65        | 0,21       | 0,61        | 0,12       | 0,59        | 0,00       | 0,55        | 0,68       | 0,23        | 0,32       |
| C&M        |     | 9,38             |            | 9,91        |            | -0,44       |            | 0,31        |            | -0,45       |            | 1,37        |            | -0,21       |            | 0,10        |            |

## XII.4. Filtros de Alexander por subperiodos Colombia (Gráfico)





## XII.5. Test Ljung Box y Test de Bartlett por subperiodos Colombia

| Activo    | m | Coeficiente de Autocorrelación $\rho$ -Test Ljung Box |                     |                      |                |                             |                                 |                                 |                                   |
|-----------|---|---|---------------------|----------------------|----------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
|           |   | 2/1/02-31/8/12  | 2/1/02↑             | 30/1/06↓             | 29/6/06↑       | 26/11/07↓                   | 28/10/08↑                       | 5/11/10↓                        | 28/11/11↑                         |
| IGBC      | 1 | <b>0,1461</b><br>0%                                   | <b>0,2423</b><br>0% | 0,1692<br>8%         | 0,0863<br>11%  | 0,0162<br>81%               | 0,0608<br>18%                   | <b>0,1374</b><br>3%             | 0,0040<br>96%                     |
|           | 2 | 0,0210<br>0%  | 0,0394<br>0%        | -0,0677<br>18%       | 0,0530<br>17%  | 0,1032<br>29%               | -0,0665<br>13%                  | 0,0472<br>6%                    | 0,0096<br>99%                     |
|           | 3 | -0,0168<br>0%   | 0,0022<br>0%        | 0,0051<br>33%        | -0,0661<br>17% | -0,0180<br>46%              | -0,0152<br>25%                  | -0,0410<br>11%                  | -0,0291<br>98%                    |
|           | 4 | -0,0131<br>0%   | -0,0548<br>0%       | 0,0406<br>46%        | 0,0552<br>19%  | 0,0325<br>59%               | -0,0870<br>10%                  | -0,0726<br>12%                  | -0,0963<br>74%                    |
|           | 5 | -0,0156<br>0%   | -0,0057<br>0%       | -0,0534<br>56%       | 0,0109<br>29%  | -0,0062<br>72%              | -0,0132<br>16%                  | -0,0695<br>12%                  | 0,0149<br>85%                     |
|           | 6 | <b>-0,0790</b><br>0%                                  | 0,0019<br>0%        | <b>-0,3041</b><br>3% | -0,0469<br>33% | -0,0192<br>82%              | -0,0205<br>22%                  | -0,0691<br>13%                  | -0,0222<br>91%                    |
|           | 7 | 0,0211<br>0%  | 0,0380<br>0%        | -0,0674<br>4%        | 0,0555<br>33%  | 0,0961<br>65%               | 0,0255<br>29%                   | -0,0885<br>10%                  | -0,0635<br>89%                    |
|           | 8 | 0,0205<br>0%  | <b>0,1050</b><br>0% | -0,1203<br>4%        | -0,0505<br>35% | 0,0025<br>75%               | 0,0773<br>17%                   | -0,0552<br>12%                  | 0,0555<br>90%                     |
| Bartlett  |   | <b>±0,0384</b>  | <b>±0,0621</b>      | <b>±0,1950</b>       | <b>±0,1061</b> | <b>±0,1304</b>              | <b>±0,0884</b>                  | <b>±0,1216</b>                  | <b>±0,1437</b>                    |
| ECOPELROL | 1 | 27/11/07-<br>31/8/12<br>-0,0058<br>84%                |                     |                      |                | 27/11/07↓<br>-0,0311<br>64% | 28/10/08↑<br>0,0306<br>50%      | 8/11/10↓<br>0,0491<br>43%       | 28/11/11↑<br><b>0,0173</b><br>81% |
|           | 2 | -0,0275<br>63%  |                     |                      |                | -0,0039<br>89%              | -0,0524<br>40%                  | -0,0303<br>65%                  | -0,0816<br>52%                    |
|           | 3 | -0,0369<br>47%  |                     |                      |                | -0,0343<br>92%              | -0,0246<br>55%                  | -0,0147<br>82%                  | -0,0253<br>70%                    |
|           | 4 | -0,0558<br>19%  |                     |                      |                | -0,0351<br>94%              | -0,0522<br>48%                  | -0,0660<br>72%                  | -0,0947<br>53%                    |
|           | 5 | 0,0296<br>21%   |                     |                      |                | 0,0857<br>78%               | 0,0043<br>62%                   | -0,0860<br>54%                  | -0,0462<br>61%                    |
|           | 6 | -0,0217<br>26%  |                     |                      |                | -0,0127<br>87%              | -0,0364<br>66%                  | 0,0089<br>66%                   | -0,0305<br>71%                    |
|           | 7 | 0,0319<br>26%   |                     |                      |                | 0,0398<br>89%               | 0,0243<br>73%                   | -0,0048<br>77%                  | -0,0908<br>62%                    |
|           | 8 | 0,0174<br>32%   |                     |                      |                | -0,0020<br>94%              | <b>0,1130</b><br>21%            | -0,1206<br>43%                  | 0,1084<br>47%                     |
| Bartlett  |   | <b>±0,0575</b>  |                     |                      |                | <b>±0,1307</b>              | <b>±0,0884</b>                  | <b>±0,1216</b>                  | <b>±0,1437</b>                    |
| PREC      | 1 | 1/1/02-31/8/12<br><b>0,1237</b><br>0%                 |                     |                      |                |                             | 8/12/09↑<br><b>0,2011</b><br>0% | 8/11/10↓<br><b>0,1305</b><br>3% | 28/11/11↑<br>0,0205<br>78%        |
|           | 2 | 0,0607<br>0%  |                     |                      |                |                             | 0,0716<br>1%                    | 0,0193<br>10%                   | 0,0943<br>41%                     |
|           | 3 | -0,0184<br>1%   |                     |                      |                |                             | -0,0064<br>2%                   | 0,0060<br>20%                   | -0,0828<br>38%                    |
|           | 4 | -0,0250<br>1%   |                     |                      |                |                             | -0,1135<br>1%                   | -0,0009<br>33%                  | -0,0123<br>54%                    |
|           | 5 | -0,0132<br>2%   |                     |                      |                |                             | -0,0948<br>1%                   | -0,0257<br>45%                  | 0,1000<br>41%                     |
|           | 6 | -0,0348<br>3%   |                     |                      |                |                             | 0,0150<br>2%                    | -0,0863<br>34%                  | -0,0123<br>54%                    |
|           | 7 | -0,0449<br>3%   |                     |                      |                |                             | 0,0569<br>3%                    | -0,1033<br>21%                  | 0,0159<br>65%                     |
|           | 8 | 0,0126<br>5%  |                     |                      |                |                             | 0,0785<br>3%                    | -0,0242<br>28%                  | -0,0150<br>74%                    |
| Bartlett  |   | <b>±0,0764</b>  |                     |                      |                |                             | <b>±0,1346</b>                  | <b>±0,1216</b>                  | <b>±0,1437</b>                    |

| Activo    | m | Coeficiente de Autocorrelación $\rho$ -Test Ljung Box |                     |                       |                       |                      |                      |                       |                       |
|-----------|---|---|---------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| PEBCOLOM  |   | 3/1/02-31/8/12  | 3/1/02↑             | 30/1/06↓              | 29/6/06↑              | 26/11/07↓            | 28/10/08↑            | 5/11/10↓              | 28/11/11↑             |
|           | 1 | <b>0,0487</b><br>1%                                   | <b>0,0895</b><br>0% | <b>0,0144</b><br>88%  | <b>-0,0856</b><br>11% | <b>0,0166</b><br>80% | <b>0,0660</b><br>14% | <b>-0,0273</b><br>66% | <b>-0,0051</b><br>94% |
|           | 2 | 0,0243<br>2%  | 0,0401<br>1%        | <b>-0,1338</b><br>39% | 0,0098<br>28%         | 0,0900<br>38%        | -0,0196<br>31%       | 0,0483<br>67%         | -0,0245<br>94%        |
|           | 3 | 0,0204<br>3%  | 0,0050<br>2%        | <b>0,1000</b><br>40%  | 0,0438<br>36%         | 0,0597<br>43%        | 0,0343<br>40%        | -0,0530<br>67%        | -0,0650<br>82%        |
|           | 4 | -0,0165<br>5%   | -0,0426<br>2%       | <b>0,1312</b><br>31%  | -0,0426<br>43%        | 0,0420<br>53%        | -0,0176<br>54%       | <b>-0,1248</b><br>22% | <b>0,0008</b><br>92%  |
|           | 5 | -0,0004<br>9%   | -0,0242<br>3%       | <b>0,0171</b><br>44%  | 0,0579<br>41%         | 0,0208<br>66%        | 0,0177<br>66%        | -0,0030<br>34%        | -0,0813<br>82%        |
|           | 6 | -0,0272<br>8%   | -0,0270<br>5%       | <b>-0,1951</b><br>17% | -0,0220<br>52%        | 0,0000<br>78%        | -0,0371<br>69%       | -0,0416<br>40%        | 0,0913<br>70%         |
|           | 7 | <b>0,0640</b><br>0%                                   | <b>0,0935</b><br>0% | <b>-0,0876</b><br>20% | -0,0639<br>47%        | 0,1055<br>55%        | 0,0551<br>61%        | 0,0860<br>32%         | -0,0239<br>79%        |
|           | 8 | 0,0193<br>0%  | 0,0602<br>0%        | <b>-0,0956</b><br>21% | -0,0563<br>46%        | 0,0033<br>66%        | 0,0166<br>69%        | -0,0707<br>30%        | 0,0955<br>68%         |
| Bartlett  |   | <b>±0,0384</b>  | <b>±0,0621</b>      | <b>±0,1950</b>        | <b>±0,1061</b>        | <b>±0,1304</b>       | <b>±0,0884</b>       | <b>±0,1216</b>        | <b>±0,1441</b>        |
| GRUPOSURA |   | 2/1/02-31/8/12  | 2/1/02↑             | 30/1/06↓              | 29/6/06↑              | 26/11/07↓            | 28/10/08↑            | 5/11/10↓              | 28/11/11↑             |
|           | 1 | <b>0,1338</b><br>0%                                   | <b>0,1256</b><br>0% | <b>0,2444</b><br>1%   | <b>0,1116</b><br>4%   | <b>0,0529</b><br>42% | <b>0,1312</b><br>0%  | <b>-0,0328</b><br>59% | <b>-0,1963</b><br>1%  |
|           | 2 | 0,0055<br>0%  | 0,0334<br>0%        | -0,1128<br>2%         | 0,0744<br>5%          | 0,0671<br>43%        | -0,0879<br>0%        | 0,0886<br>31%         | -0,1000<br>1%         |
|           | 3 | -0,0147<br>0%   | 0,0011<br>0%        | 0,0740<br>4%          | <b>-0,1116</b><br>1%  | -0,0566<br>49%       | <b>-0,0923</b><br>0% | -0,0680<br>31%        | 0,0474<br>2%          |
|           | 4 | -0,0103<br>0%   | -0,0349<br>0%       | 0,1108<br>5%          | 0,0542<br>2%          | 0,0421<br>59%        | <b>-0,1164</b><br>0% | <b>-0,1340</b><br>8%  | <b>-0,2037</b><br>0%  |
|           | 5 | -0,0230<br>0%   | -0,0133<br>0%       | -0,1109<br>6%         | -0,0049<br>4%         | 0,0037<br>73%        | -0,0219<br>0%        | 0,0151<br>13%         | 0,0618<br>0%          |
|           | 6 | <b>-0,0441</b><br>0%                                  | 0,0243<br>0%        | <b>-0,2921</b><br>0%  | -0,0142<br>7%         | 0,0056<br>83%        | 0,0035<br>0%         | 0,0012<br>21%         | 0,1223<br>0%          |
|           | 7 | <b>0,0425</b><br>0%                                   | <b>0,0627</b><br>0% | -0,0572<br>0%         | 0,0514<br>8%          | 0,0839<br>72%        | 0,0748<br>0%         | 0,0076<br>30%         | <b>-0,1469</b><br>0%  |
|           | 8 | 0,0354<br>0%  | 0,0570<br>0%        | -0,0880<br>1%         | 0,0064<br>13%         | 0,0109<br>81%        | 0,0590<br>0%         | -0,1165<br>15%        | 0,0578<br>0%          |
| Bartlett  |   | <b>±0,0384</b>  | <b>±0,0621</b>      | <b>±0,1950</b>        | <b>±0,1061</b>        | <b>±0,1304</b>       | <b>±0,0884</b>       | <b>±0,1216</b>        | <b>±0,1437</b>        |
| CEMARGOS  |   | 2/1/02-31/8/12  | 2/1/02↑             | 30/1/06↓              | 29/6/06↑              | 26/11/07↓            | 28/10/08↑            | 5/11/10↓              | 28/11/11↑             |
|           | 1 | 0,0324<br>10%   | <b>0,1389</b><br>0% | 0,0777<br>43%         | 0,0218<br>69%         | -0,0001<br>100%      | 0,0310<br>49%        | -0,0819<br>18%        | -0,0591<br>42%        |
|           | 2 | -0,0087<br>23%  | <b>0,0657</b><br>0% | 0,0015<br>73%         | 0,0065<br>91%         | 0,0071<br>99%        | 0,0310<br>62%        | 0,0047<br>41%         | -0,0831<br>37%        |
|           | 3 | -0,0015<br>40%  | -0,0452<br>0%       | 0,0567<br>81%         | -0,0691<br>61%        | 0,0349<br>96%        | -0,0273<br>72%       | -0,0067<br>62%        | 0,0262<br>55%         |
|           | 4 | -0,0260<br>32%  | -0,0269<br>0%       | -0,0958<br>74%        | 0,0939<br>30%         | 0,0335<br>97%        | -0,0191<br>83%       | 0,0002<br>78%         | -0,0224<br>70%        |
|           | 5 | -0,0377<br>13%  | -0,0362<br>0%       | -0,0822<br>75%        | -0,0317<br>39%        | -0,0084<br>99%       | 0,0147<br>90%        | -0,0650<br>71%        | -0,0430<br>77%        |
|           | 6 | <b>-0,0592</b><br>1%                                  | <b>0,0931</b><br>0% | <b>-0,3012</b><br>5%  | -0,0797<br>28%        | 0,0339<br>99%        | -0,0792<br>58%       | -0,0765<br>61%        | -0,0413<br>82%        |
|           | 7 | 0,0335<br>0%  | 0,0297<br>0%        | -0,0430<br>8%         | 0,0315<br>35%         | 0,0973<br>88%        | -0,0572<br>49%       | -0,0490<br>64%        | 0,0835<br>75%         |
|           | 8 | 0,0105<br>1%  | <b>0,0629</b><br>0% | -0,1776<br>4%         | -0,0873<br>23%        | -0,0068<br>93%       | 0,0490<br>47%        | -0,0365<br>70%        | 0,0527<br>78%         |
| Bartlett  |   | <b>±0,0384</b>  | <b>±0,0621</b>      | <b>±0,1950</b>        | <b>±0,1061</b>        | <b>±0,1304</b>       | <b>±0,0884</b>       | <b>±0,1216</b>        | <b>±0,1437</b>        |

## XII.6. Evaluación conjunta del recorrido aleatorio Colombia.

| Activo    | Test            | Evaluación     |          |            |           |            |            |            |            |
|-----------|-----------------|----------------|----------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
|           |                 | 2/1/02-31/8/12 | 27/1/06↑ | 28/6/06↓   | 23/11/07↑ | 27/10/08↓  | 5/11/10↑   | 25/11/11↓  | 31/8/12↑   |
| IGBC      | Rachas          | 0              | 0        | 0          | 0         | 0          | 1          | 0,5        | 1          |
|           | BDS             | 0              | 0        | 0          | 0         | 0          | 0          | 0          | 1          |
|           | Filtros         | 0              | 1        | 0          | 0         | 0          | 1          | 0          | 0          |
|           | Ljung Box       | 0              | 0        | 0          | 1         | 1          | 1          | 1          | 1          |
|           | Bartlett        | 0              | 0        | 0,5        | 1         | 1          | 1          | 0          | 1          |
|           | <b>Conjunta</b> | <b>0</b>       | <b>1</b> | <b>0,5</b> | <b>2</b>  | <b>2</b>   | <b>4</b>   | <b>1,5</b> | <b>4</b>   |
| PREC      |                 |                |          |            |           | 27/10/08↓  | 5/11/10↑   | 25/11/11↓  | 31/8/12↑   |
|           | Rachas          | 0,5            |          |            |           | 0,5        | 0,5        | 1          | 1          |
|           | BDS             | 0              |          |            |           | 0          | 0          | 0          | 0          |
|           | Filtros         | 0              |          |            |           | 0          | 1          | 0          | 0          |
|           | Ljung Box       | 1              |          |            |           | 1          | 1          | 1          | 1          |
|           | Bartlett        | 1              |          |            |           | 1          | 0,5        | 1          | 0          |
|           | <b>Conjunta</b> | <b>2,5</b>     |          |            |           | <b>2,5</b> | <b>3</b>   | <b>3</b>   | <b>2</b>   |
| ECOPETROL |                 |                |          |            |           |            | 5/11/10↑   | 25/11/11↓  | 31/8/12↑   |
|           | Rachas          | 0,5            |          |            |           |            | 1          | 1          | 1          |
|           | BDS             | 0              |          |            |           |            | 0          | 0          | 1          |
|           | Filtros         | 0              |          |            |           |            | 0          | 0          | 0          |
|           | Ljung Box       | 0              |          |            |           |            | 0          | 1          | 1          |
|           | Bartlett        | 0              |          |            |           |            | 0          | 0          | 1          |
|           | <b>Conjunta</b> | <b>0,5</b>     |          |            |           |            | <b>1</b>   | <b>2</b>   | <b>4</b>   |
| PFBCOLOM  |                 | 2/1/02-31/8/12 | 27/1/06↑ | 28/6/06↓   | 23/11/07↑ | 27/10/08↓  | 5/11/10↑   | 25/11/11↓  | 31/8/12↑   |
|           | Rachas          | 0              | 0        | 1          | 1         | 0,5        | 1          | 1          | 0,5        |
|           | BDS             | 0              | 0        | 0          | 0         | 0          | 0          | 1          | 0          |
|           | Filtros         | 0              | 0        | 0          | 1         | 0          | 1          | 0          | 0          |
|           | Ljung Box       | 0              | 0        | 1          | 1         | 1          | 1          | 1          | 1          |
|           | Bartlett        | 0              | 0        | 0,5        | 1         | 1          | 1          | 0          | 1          |
|           | <b>Conjunta</b> | <b>0</b>       | <b>0</b> | <b>2,5</b> | <b>4</b>  | <b>2,5</b> | <b>4</b>   | <b>3</b>   | <b>2,5</b> |
| GRUPOSURA |                 | 2/1/02-31/8/12 | 27/1/06↑ | 28/6/06↓   | 23/11/07↑ | 27/10/08↓  | 5/11/10↑   | 25/11/11↓  | 31/8/12↑   |
|           | Rachas          | 0              | 0        | 0          | 1         | 0,5        | 0,5        | 1          | 0,5        |
|           | BDS             | 0              | 0        | 0          | 0         | 0          | 0          | 1          | 0          |
|           | Filtros         | 0              | 1        | 0          | 1         | 0          | 1          | 0          | 1          |
|           | Ljung Box       | 0              | 0        | 0          | 1         | 1          | 0          | 1          | 0          |
|           | Bartlett        | 0              | 0        | 0          | 0         | 1          | 0          | 0          | 0          |
|           | <b>Conjunta</b> | <b>0</b>       | <b>1</b> | <b>0</b>   | <b>3</b>  | <b>2,5</b> | <b>1,5</b> | <b>3</b>   | <b>1,5</b> |
| CEMARGOS  |                 | 2/1/02-31/8/12 | 27/1/06↑ | 28/6/06↓   | 23/11/07↑ | 27/10/08↓  | 5/11/10↑   | 25/11/11↓  | 31/8/12↑   |
|           | Rachas          | 0              | 0        | 0,5        | 1         | 0,5        | 1          | 1          | 1          |
|           | BDS             | 0              | 0        | 0          | 0         | 0          | 0          | 1          | 1          |
|           | Filtros         | 0              | 0        | 0          | 1         | 0          | 1          | 0          | 0          |
|           | Ljung Box       | 0              | 0        | 0          | 1         | 1          | 0          | 1          | 1          |
|           | Bartlett        | 0,5            | 0        | 0,5        | 1         | 1          | 1          | 1          | 1          |
|           | <b>Conjunta</b> | <b>0,5</b>     | <b>0</b> | <b>1</b>   | <b>4</b>  | <b>2,5</b> | <b>3</b>   | <b>4</b>   | <b>4</b>   |

# ANEXO XIII. Perú: Análisis empírico por subperiodos según tendencias

## RW1

### XIII.1. Test de Rachas por subperiodos Perú

| Activo   | P_Valor        |         |           |           |          |           |          |
|----------|----------------|---------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|
| IGBVL    | 2/1/06-31/8/12 | 2/1/06↑ | 25/7/07↓  | 28/10/08↑ | 8/2/11↓  | 5/10/11↑  | 3/4/12↓  |
|          | 0,0%           | 37,3%   | 0,5%      | 0,1%      | 26,4%    | 26%       | 50%      |
| VOLCABC1 | 2/1/06-31/8/12 | 2/1/06↑ | 17/7/07↓  | 25/2/09↑  |          |           |          |
|          | 0,1%           | 4,3%    | 0,2%      | 41,0%     |          |           |          |
| CVERDEC1 | 2/1/06-31/8/12 | 2/1/06↑ | 16/10/07↓ | 29/10/08↑ | 4/1/11↓  |           |          |
|          | 0,0%           | 0,3%    | 85,8%     | 4,0%      | 84,3%    |           |          |
| MINSURI1 | 2/1/06-31/8/12 | 2/1/06↑ | 9/8/07↓   | 23/10/8↑  | 7/2/11↓  |           |          |
|          | 0,0%           | 0,1%    | 0,4%      | 0,1%      | 21,7%    |           |          |
| FERREYC1 | 2/1/06-31/8/12 | 2/1/06↑ | 10/5/07↓  | 13/3/09↑  | 7/2/11↓  | 27/4/11↑  | 28/3/12↓ |
|          | 0,0%           | 8,3%    | 0,0%      | 0,0%      | 64,3%    | 75%       | 28%      |
| CASAGRC1 | 2/1/06-31/8/12 | 2/1/06↑ | 9/5/07↓   | 29/10/08↑ | 10/1/11↓ | 21/11/11↑ | 29/3/12↓ |
|          | 0,0%           | 1,3%    | 1,4%      | 0%        | 48%      | 81%       | 3%       |

### XIII.2. Test BDS por subperiodos Perú

| Activo   | m | P_Valor        |         |           |           |         |          |          |
|----------|---|----------------|---------|-----------|-----------|---------|----------|----------|
| IGBVL    |   | 2/1/06-31/8/12 | 2/1/06↑ | 25/7/07↓  | 28/10/08↑ | 8/2/11↓ | 5/10/11↑ | 3/4/12↓  |
|          | 2 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 0,0%      | 0,9%    | 3,6%     | 77,7%    |
|          | 3 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 0,0%      | 0,0%    | 75,4%    | 91,2%    |
|          | 4 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 0,0%      | 0,0%    | 67,0%    | 60,4%    |
|          | 5 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 0,0%      | 0,0%    | 22,5%    | 48,9%    |
|          | 6 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 0,0%      | 0,0%    | 18,0%    | 57,4%    |
| VOLCABC1 |   | 2/1/06-31/8/12 | 2/1/06↑ | 17/7/07↓  | 25/2/09↑  |         |          |          |
|          | 2 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 0,0%      |         |          |          |
|          | 3 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 0,0%      |         |          |          |
|          | 4 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 0,0%      |         |          |          |
|          | 5 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 0,0%      |         |          |          |
|          | 6 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 0,0%      |         |          |          |
| CVERDEC1 |   | 2/1/06-31/8/12 | 2/1/06↑ | 16/10/07↓ | 29/10/08↑ | 4/1/11↓ |          |          |
|          | 2 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 0,0%      | 0,0%    |          |          |
|          | 3 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 0,0%      | 0,0%    |          |          |
|          | 4 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 0,0%      | 0,0%    |          |          |
|          | 5 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 0,0%      | 0,0%    |          |          |
|          | 6 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%      | 0,0%      | 0,0%    |          |          |
| MINSURI1 |   | 2/1/06-31/8/12 | 2/1/06↑ | 9/8/07↓   | 23/10/8↑  | 7/2/11↓ |          |          |
|          | 2 | 0,0%           | 2,7%    | 0,1%      | 0,0%      | 0,0%    |          |          |
|          | 3 | 0,0%           | 0,3%    | 0,4%      | 0,0%      | 0,0%    |          |          |
|          | 4 | 0,0%           | 0,4%    | 0,0%      | 0,0%      | 0,0%    |          |          |
|          | 5 | 0,0%           | 1,1%    | 0,0%      | 0,0%      | 0,0%    |          |          |
|          | 6 | 0,0%           | 0,8%    | 0,0%      | 0,0%      | 0,0%    |          |          |
| FERREYC1 |   | 2/1/06-31/8/12 | 2/1/06↑ | 10/5/07↓  | 13/3/09↑  | 7/2/11↓ | 27/4/11↑ | 28/3/12↓ |
|          | 2 | 0,0%           | 0,1%    | 46,8%     | 0,0%      | 94,0%   | 0,3%     | 92,1%    |
|          | 3 | 0,0%           | 0,0%    | 22,0%     | 0,0%      | 68,6%   | 59,8%    | 89,2%    |
|          | 4 | 0,0%           | 0,3%    | 14,1%     | 0,0%      | 82,8%   | 17,1%    | 86,8%    |
|          | 5 | 0,0%           | 0,1%    | 10,9%     | 0,0%      | 69,4%   | 11,3%    | 84,8%    |
|          | 6 | 0,0%           | 0,1%    | 7,1%      | 0,0%      | 43,7%   | 93,3%    | 82,8%    |

| Activo   | m | P_Valor        |         |         |           |          |           |          |
|----------|---|----------------|---------|---------|-----------|----------|-----------|----------|
| CASAGRCI |   | 2/1/06-31/8/12 | 2/1/06↑ | 9/5/07↓ | 29/10/08↑ | 10/1/11↓ | 21/11/11↑ | 29/3/12↓ |
|          | 2 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%    | 0,0%      | 0,0%     | 27,1%     | 5,2%     |
|          | 3 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%    | 0,0%      | 0,0%     | 24,8%     | 13,3%    |
|          | 4 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%    | 0,0%      | 0,0%     | 76,1%     | 15,3%    |
|          | 5 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%    | 0,0%      | 0,0%     | 81,5%     | 66,8%    |
|          | 6 | 0,0%           | 0,0%    | 0,0%    | 0,0%      | 0,0%     | 52,2%     | 28,3%    |

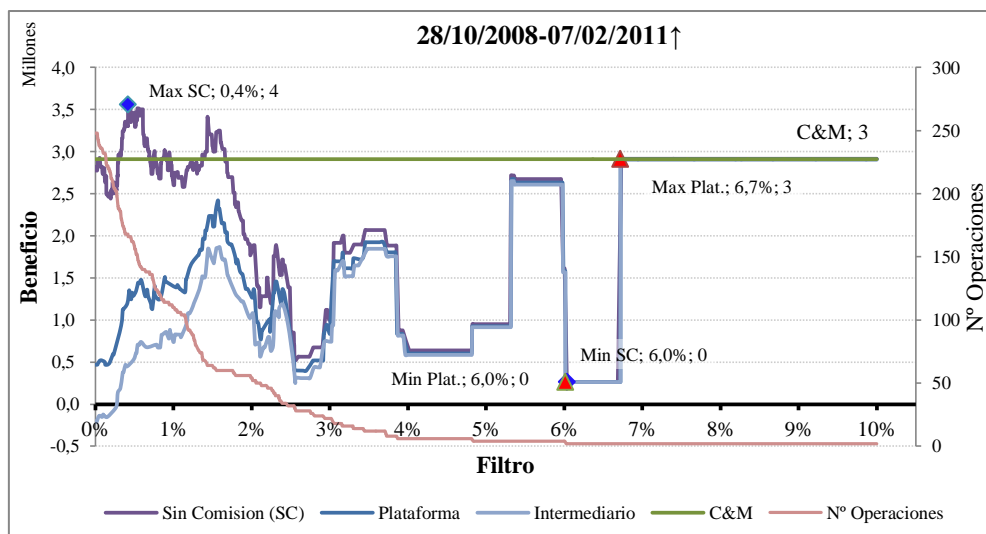
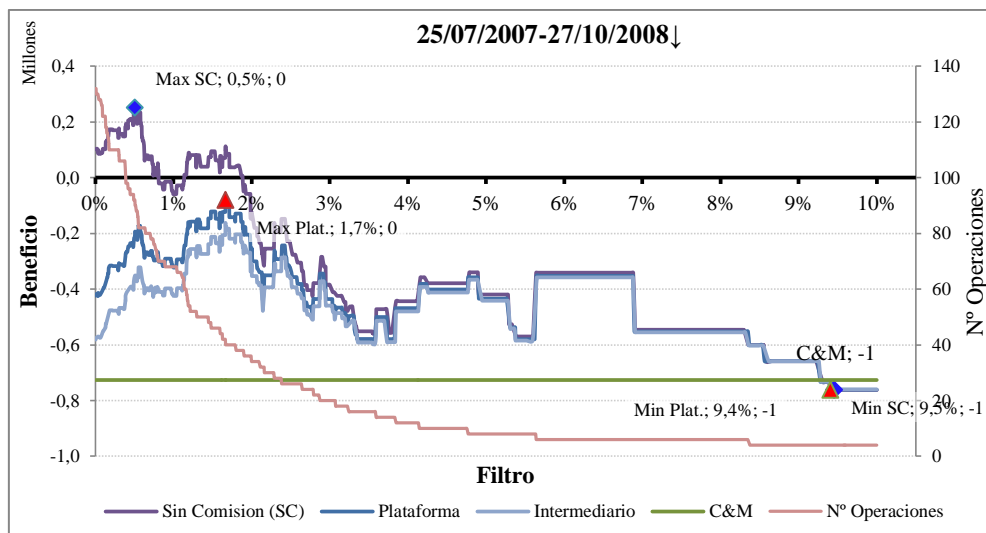
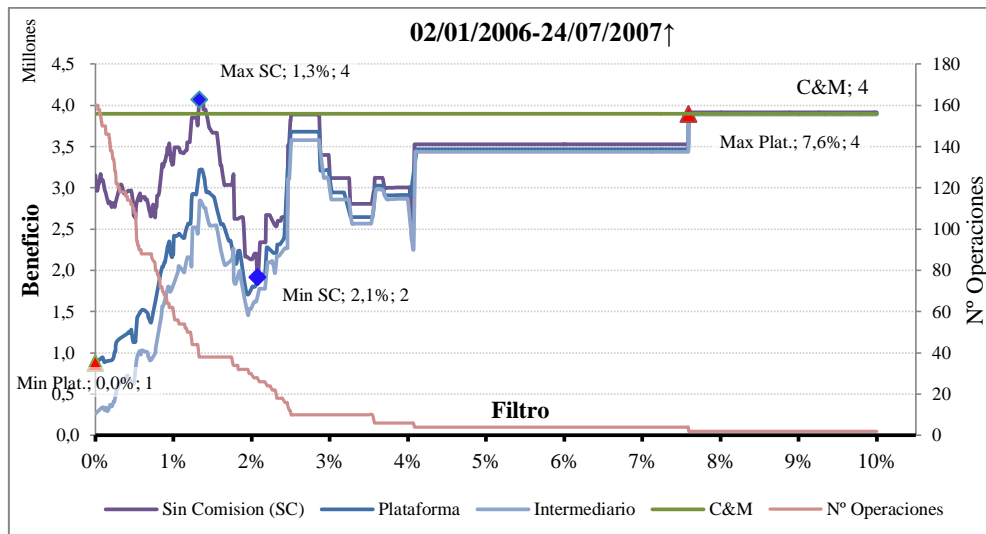
## RW2

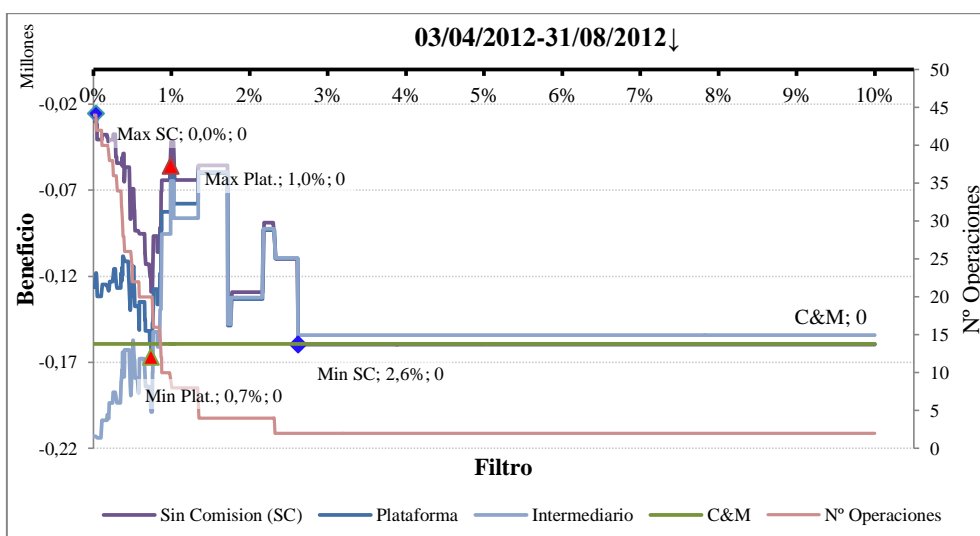
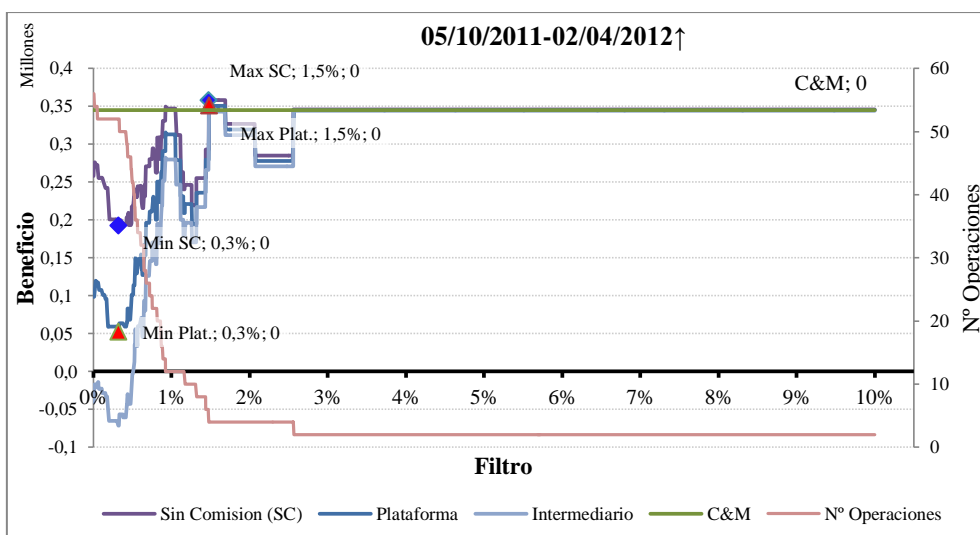
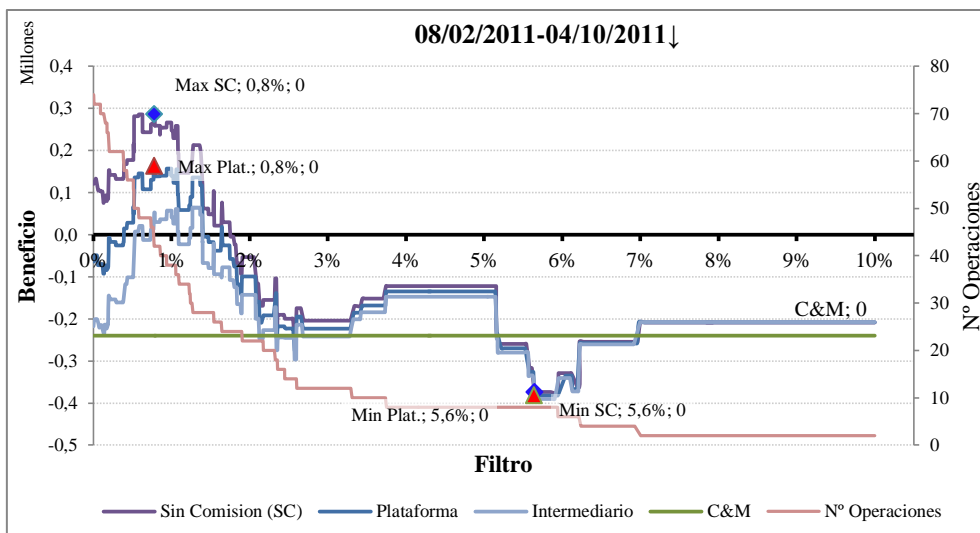
### XIII.3. Filtros de Alexander por subperiodos Perú (Tabla)

| FILTRO     |     | Benef, Filtro  | Benef, Filtro | Benef, Filtro | Benef, Filtro | Benef, Filtro | Benef, Filtro | Benef, Filtro | Benef, Filtro |
|------------|-----|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|            |     | [\$] [%]       | [\$] [%]      | [\$] [%]      | [\$] [%]      | [\$] [%]      | [\$] [%]      | [\$] [%]      | [\$] [%]      |
| IGBVL      |     | 2/1/06-31/8/12 |               | 2/1/06↑       |               | 25/7/07↓      |               | 28/10/08↑     |               |
|            |     | 8/2/11↓        |               | 5/10/11↑      |               | 3/4/12↓       |               |               |               |
| Sin Com.   | Max | 29,38          | 0,56          | 4,07          | 1,33          | 0,25          | 0,50          | 3,56          | 0,42          |
|            | Min | 1,74           | 4,06          | 1,91          | 2,08          | -0,76         | 9,46          | 0,26          | 6,03          |
| Com. Plat. | Max | 11,81          | 1,54          | 3,90          | 7,59          | -0,08         | 1,66          | 2,91          | 6,72          |
|            | Min | 0,44           | 0,01          | 0,88          | 0,00          | -0,76         | 9,41          | 0,26          | 6,02          |
| Com. Int.  | Max | 7,34           | 1,54          | 3,89          | 7,59          | -0,16         | 1,66          | 2,90          | 6,72          |
|            | Min | -0,75          | 0,00          | 0,26          | 0,00          | -0,76         | 9,45          | -0,22         | 0,01          |
| C&M        |     | 3,20           |               | 3,90          |               | -0,73         |               | 2,91          |               |
|            |     | -0,24          |               | 0,35          |               | -0,16         |               |               |               |
| VOLCABCI   |     | 2/1/06-31/8/12 |               | 2/1/06↑       |               | 17/7/07↓      |               | 25/2/09↑      |               |
| Sin Com.   | Max | 136,8          | 0,00          | 16,94         | 1,65          | 0,87          | 0,50          | 4,64          | 2,31          |
|            | Min | 0,82           | 8,82          | 1,01          | 9,06          | -0,90         | 10,00         | 1,37          | 4,44          |
| Com. Plat. | Max | 41,08          | 2,42          | 15,73         | 4,68          | 0,10          | 1,37          | 3,27          | 2,41          |
|            | Min | 0,65           | 8,81          | 0,95          | 9,13          | -0,90         | 10,00         | 0,10          | 0,44          |
| Com. Int.  | Max | 25,17          | 2,42          | 15,48         | 9,32          | -0,14         | 1,37          | 2,80          | 9,90          |
|            | Min | 0,55           | 8,76          | 0,91          | 9,09          | -0,91         | 10,00         | -0,53         | 0,44          |
| C&M        |     |                |               | 19,10         |               | -0,91         |               | 5,24          |               |
| CVERDECI   |     | 2/1/06-31/8/12 |               | 2/1/06↑       |               | 16/10/07↓     |               | 29/10/08↑     |               |
|            |     | 4/1/11↓        |               |               |               |               |               |               |               |
| Sin Com.   | Max | 47,65          | 0,12          | 8,97          | 1,03          | 0,08          | 3,39          | 5,36          | 9,72          |
|            | Min | 0,39           | 7,33          | 1,32          | 5,64          | -0,63         | 7,64          | 0,47          | 3,63          |
| Com. Plat. | Max | 13,40          | 10,00         | 7,49          | 3,81          | -0,02         | 3,39          | 5,35          | 9,72          |
|            | Min | 0,26           | 7,27          | 1,16          | 5,61          | -0,64         | 6,24          | 0,30          | 3,69          |
| Com. Int.  | Max | 13,15          | 10,00         | 7,09          | 3,81          | -0,07         | 3,39          | 5,34          | 9,72          |
|            | Min | -0,54          | 0,00          | 1,08          | 5,60          | -0,69         | 0,59          | 0,21          | 3,68          |
| C&M        |     | 7,59           |               | 6,46          |               | -0,76         |               | 5,35          |               |
|            |     | -0,34          |               |               |               |               |               |               |               |
| MINSURII   |     | 2/1/06-31/8/12 |               | 2/1/06↑       |               | 9/8/07↓       |               | 23/10/8↑      |               |
|            |     | 7/2/11↓        |               |               |               |               |               |               |               |
| Sin Com.   | Max | 63,27          | 0,26          | 3,09          | 0,56          | 0,49          | 0,25          | 5,63          | 0,79          |
|            | Min | 0,15           | 8,24          | 0,19          | 10,00         | -0,63         | 8,15          | 2,25          | 2,52          |
| Com. Plat. | Max | 8,59           | 0,79          | 1,88          | 6,32          | 0,05          | 1,05          | 5,12          | 7,11          |
|            | Min | 0,10           | 8,21          | 0,20          | 9,44          | -0,63         | 8,21          | 1,83          | 2,54          |
| Com. Int.  | Max | 4,30           | 2,15          | 1,85          | 6,65          | -0,09         | 1,07          | 5,08          | 7,07          |
|            | Min | 0,06           | 8,20          | 0,16          | 1,13          | -0,63         | 8,52          | 0,89          | 0,00          |
| C&M        |     | 0,56           |               | 2,16          |               | -0,72         |               | 3,39          |               |
|            |     | -0,54          |               |               |               |               |               |               |               |
| FERREYCI   |     | 2/1/06-31/8/12 |               | 2/1/06↑       |               | 10/5/07↓      |               | 13/3/09↑      |               |
|            |     | 7/2/11↓        |               | 27/4/11↑      |               | 28/3/12↓      |               |               |               |
| Sin Com.   | Max | 20,11          | 0,49          | 4,44          | 9,09          | 0,18          | 0,42          | 2,86          | 0,46          |
|            | Min | 1,15           | 4,99          | 1,16          | 1,91          | -0,60         | 9,94          | 0,51          | 5,51          |
| Com. Plat. | Max | 4,40           | 9,12          | 4,42          | 9,09          | -0,22         | 0,97          | 2,04          | 8,37          |
|            | Min | 0,24           | 2,44          | 0,56          | 1,71          | -0,62         | 4,35          | 0,48          | 5,51          |
| Com. Int.  | Max | 4,33           | 9,12          | 4,41          | 9,09          | -0,33         | 0,97          | 2,03          | 8,37          |
|            | Min | -0,14          | 2,43          | 0,35          | 1,71          | -0,62         | 4,34          | 0,47          | 5,50          |
| C&M        |     | 2,46           |               | 4,42          |               | -0,66         |               | 2,04          |               |
|            |     | -0,43          |               | 0,48          |               | -0,31         |               |               |               |
| CASAGRCI   |     | 2/1/06-31/8/12 |               | 2/1/06↑       |               | 9/5/07↓       |               | 29/10/08↑     |               |
|            |     | 10/1/11↓       |               | 21/11/11↑     |               | 29/3/12↓      |               |               |               |
| Sin Com.   | Max | 102,8          | 0,34          | 15,46         | 9,51          | -0,12         | 0,77          | 11,37         | 0,40          |
|            | Min | 2,13           | 5,67          | 2,93          | 5,71          | -0,88         | 6,87          | 2,93          | 5,19          |
| Com. Plat. | Max | 28,22          | 2,51          | 14,89         | 9,51          | -0,43         | 0,77          | 8,36          | 9,89          |
|            | Min | 1,25           | 5,37          | 2,28          | 1,61          | -0,88         | 6,85          | 2,68          | 4,18          |
| Com. Int.  | Max | 19,91          | 9,58          | 14,62         | 9,51          | -0,52         | 2,49          | 8,33          | 9,89          |
|            | Min | 0,67           | 0,13          | 1,40          | 1,57          | -0,88         | 6,86          | 2,06          | 0,11          |
| C&M        |     | 7,42           |               | 9,71          |               | -0,88         |               | 8,36          |               |
|            |     | -0,26          |               | 0,37          |               | -0,25         |               |               |               |



### XIII.4. Filtros de Alexander por subperiodos Perú (Gráfico)





## XIII.5. Test Ljung Box y Test de Bartlett por subperiodos Perú

| Activo   | m | Coeficiente de Autocorrelación $\rho$ -Test Ljung Box |                       |                      |                       |                       |                       |                       |
|----------|---|---|-----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|          |   | 2/1/06-31/8/12  | 2/1/06↑               | 25/7/07↓             | 28/10/08↑             | 8/2/11↓               | 5/10/11↑              | 3/4/12↓               |
| IGBYL    | 1 | <b>0,1447</b><br>0%                                   | <b>0,1553</b><br>0%   | <b>0,1492</b><br>1%  | <b>0,1579</b><br>0%   | <b>0,0055</b><br>94%  | <b>-0,0140</b><br>87% | <b>0,0790</b><br>41%  |
|          | 2 | -0,0145<br>0%   | <b>-0,0043</b><br>1%  | -0,0601<br>1%        | 0,0080<br>0%          | <b>-0,0574</b><br>75% | <b>-0,0038</b><br>99% | <b>-0,1332</b><br>26% |
|          | 3 | <b>0,0701</b><br>0%                                   | <b>-0,0244</b><br>2%  | <b>0,1059</b><br>1%  | <b>0,0918</b><br>0%   | <b>-0,0010</b><br>90% | <b>0,0824</b><br>82%  | <b>0,0397</b><br>42%  |
|          | 4 | <b>0,0964</b><br>0%                                   | <b>-0,0543</b><br>2%  | <b>0,1663</b><br>0%  | <b>0,1376</b><br>0%   | <b>-0,0022</b><br>96% | <b>0,1492</b><br>41%  | <b>-0,0188</b><br>58% |
|          | 5 | 0,0270<br>0%  | <b>-0,0158</b><br>4%  | 0,0650<br>0%         | 0,0121<br>0%          | <b>0,0920</b><br>84%  | <b>-0,1108</b><br>34% | <b>0,0548</b><br>67%  |
|          | 6 | <b>-0,0340</b><br>0%                                  | <b>-0,0176</b><br>7%  | -0,0313<br>0%        | -0,0003<br>0%         | <b>-0,0368</b><br>89% | <b>-0,0110</b><br>46% | <b>-0,0732</b><br>70% |
|          | 7 | -0,0154<br>0%   | <b>-0,0556</b><br>8%  | -0,0441<br>0%        | 0,0375<br>0%          | <b>-0,0348</b><br>92% | <b>-0,0010</b><br>58% | <b>0,1135</b><br>62%  |
|          | 8 | 0,0315<br>0%  | <b>-0,0260</b><br>11% | 0,0452<br>0%         | 0,0094<br>0%          | <b>0,0467</b><br>94%  | <b>-0,0054</b><br>69% | <b>0,1890</b><br>30%  |
| Bartlett |   | <b>±0,0336</b>  | <b>±0,0695</b>        | <b>±0,0772</b>       | <b>±0,0574</b>        | <b>±0,1071</b>        | <b>±0,1233</b>        | <b>±0,1353</b>        |
| VOLCABCI | 1 | <b>0,1614</b><br>0%                                   | <b>0,1942</b><br>0%   | <b>0,1987</b><br>0%  | <b>0,0339</b><br>30%  |                       |                       |                       |
|          | 2 | -0,0039<br>0%   | 0,0482<br>0%          | <b>-0,0782</b><br>0% | <b>-0,0154</b><br>53% |                       |                       |                       |
|          | 3 | <b>0,0485</b><br>0%                                   | 0,0450<br>0%          | 0,0281<br>0%         | <b>0,0205</b><br>64%  |                       |                       |                       |
|          | 4 | <b>0,0986</b><br>0%                                   | 0,0160<br>0%          | <b>0,1293</b><br>0%  | <b>0,0750</b><br>14%  |                       |                       |                       |
|          | 5 | 0,0141<br>0%  | 0,0403<br>0%          | -0,0534<br>0%        | <b>0,0115</b><br>22%  |                       |                       |                       |
|          | 6 | -0,0224<br>0%   | 0,0363<br>1%          | <b>-0,1684</b><br>0% | <b>0,0490</b><br>16%  |                       |                       |                       |
|          | 7 | -0,0314<br>0%   | 0,0022<br>1%          | <b>-0,1696</b><br>0% | <b>0,0504</b><br>12%  |                       |                       |                       |
|          | 8 | <b>0,0337</b><br>0%                                   | 0,0215<br>2%          | -0,0152<br>0%        | <b>0,0449</b><br>10%  |                       |                       |                       |
| Bartlett |   | <b>±0,0336</b>  | <b>±0,0700</b>        | <b>±0,0682</b>       | <b>±0,0463</b>        |                       |                       |                       |
| CVERDECI | 1 | <b>0,1280</b><br>0%                                   | <b>0,1640</b><br>0%   | <b>0,1108</b><br>7%  | <b>0,0856</b><br>4%   | <b>0,0772</b><br>11%  |                       |                       |
|          | 2 | <b>-0,0386</b><br>0%                                  | 0,0242<br>0%          | <b>-0,1186</b><br>3% | <b>-0,0072</b><br>12% | <b>-0,0830</b><br>6%  |                       |                       |
|          | 3 | 0,0329<br>0%  | 0,0069<br>0%          | <b>0,0957</b><br>2%  | <b>0,0516</b><br>12%  | -0,0414<br>10%        |                       |                       |
|          | 4 | <b>0,0382</b><br>0%                                   | <b>-0,0771</b><br>0%  | <b>0,1856</b><br>0%  | <b>0,0259</b><br>19%  | -0,0027<br>17%        |                       |                       |
|          | 5 | 0,0068<br>0%  | 0,0110<br>1%          | 0,0360<br>0%         | <b>0,0255</b><br>26%  | 0,0364<br>23%         |                       |                       |
|          | 6 | -0,0249<br>0%   | -0,0026<br>2%         | -0,0340<br>0%        | <b>-0,0040</b><br>37% | 0,0096<br>32%         |                       |                       |
|          | 7 | -0,0293<br>0%   | <b>-0,0838</b><br>1%  | 0,0245<br>1%         | <b>0,0098</b><br>47%  | -0,0903<br>16%        |                       |                       |
|          | 8 | 0,0163<br>0%  | 0,0368<br>1%          | -0,0220<br>1%        | <b>0,0632</b><br>35%  | 0,0039                |                       |                       |
| Bartlett |   | <b>±0,0336</b>  | <b>±0,0649</b>        | <b>±0,0850</b>       | <b>±0,0587</b>        | <b>±0,0674</b>        |                       |                       |

| Activo   | m | Coeficiente de Autocorrelación p -Test Ljung Box |                       |                      |                      |                       |                       |
|----------|---|--|-----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| MINSURUI |   | 2/1/06-31/8/12                                   | 2/1/06↑               | 9/8/07↓              | 23/10/8↑             | 7/2/11↓               |                       |
|          | 1 | <b>0,1718</b><br>0%                              | <b>0,1005</b><br>4%   | <b>0,1653</b><br>0%  | <b>0,2742</b><br>0%  | <b>0,0956</b><br>5%   |                       |
|          | 2 | <b>0,0354</b><br>0%                              | <b>-0,0293</b><br>10% | 0,0659<br>1%         | <b>0,0779</b><br>0%  | <b>-0,0445</b><br>10% |                       |
|          | 3 | <b>0,0798</b><br>0%                              | <b>0,0287</b><br>18%  | <b>0,2287</b><br>0%  | 0,0382<br>0%         | <b>-0,0428</b><br>15% |                       |
|          | 4 | <b>0,0699</b><br>0%                              | <b>-0,0124</b><br>29% | <b>0,1277</b><br>0%  | <b>0,1323</b><br>0%  | <b>-0,0078</b><br>25% |                       |
|          | 5 | 0,0175<br>0%                                     | <b>-0,0102</b><br>41% | <b>0,0989</b><br>0%  | <b>0,0622</b><br>0%  | <b>-0,0199</b><br>36% |                       |
|          | 6 | <b>0,0336</b><br>0%                              | <b>0,0513</b><br>40%  | 0,0754<br>0%         | 0,0381<br>0%         | <b>0,0029</b><br>48%  |                       |
|          | 7 | <b>-0,0344</b><br>0%                             | <b>-0,0933</b><br>19% | 0,0084<br>0%         | <b>-0,0751</b><br>0% | <b>-0,0105</b><br>59% |                       |
|          | 8 | -0,0042<br>0%                                    | <b>-0,0779</b><br>13% | 0,0764<br>0%         | <b>-0,0639</b><br>0% | <b>0,0472</b><br>59%  |                       |
| Bartlett |   | ±0,0336  | ±0,0686               | ±0,0789              | ±0,0573              | ±0,0693               |                       |
| FERREYCI |   | 2/1/06-31/8/12                                   | 2/1/06↑               | 10/5/07↓             | 13/3/09↑             | 7/2/11↓               | 27/4/11↑              |
|          | 1 | <b>0,0550</b><br>2%                              | <b>0,0264</b><br>62%  | -0,0608<br>18%       | <b>0,1755</b><br>0%  | <b>0,0447</b><br>73%  | <b>0,0180</b><br>78%  |
|          | 2 | -0,0106<br>7%                                    | <b>0,0394</b><br>67%  | -0,0176<br>38%       | 0,0293<br>0%         | <b>-0,2376</b><br>17% | <b>-0,0685</b><br>54% |
|          | 3 | <b>0,0536</b><br>1%                              | <b>0,0401</b><br>71%  | <b>0,2526</b><br>0%  | 0,0196<br>0%         | <b>-0,0530</b><br>29% | <b>-0,0947</b><br>33% |
|          | 4 | <b>-0,0341</b><br>1%                             | <b>-0,0042</b><br>85% | <b>-0,1438</b><br>0% | -0,0524<br>0%        | <b>0,0735</b><br>39%  | <b>-0,0227</b><br>47% |
|          | 5 | 0,0269<br>2%                                     | <b>-0,0154</b><br>92% | -0,0018<br>0%        | -0,0376<br>0%        | <b>0,0358</b><br>52%  | <b>0,0683</b><br>45%  |
|          | 6 | 0,0261<br>2%                                     | <b>0,0461</b><br>90%  | 0,0462<br>0%         | 0,0410<br>0%         | <b>-0,1126</b><br>54% | <b>-0,0319</b><br>55% |
|          | 7 | -0,0164<br>3%                                    | <b>0,0258</b><br>93%  | -0,0430<br>0%        | 0,0260<br>1%         | <b>0,0634</b><br>63%  | <b>-0,1071</b><br>35% |
|          | 8 | 0,0263<br>3%                                     | <b>0,1035</b><br>61%  | -0,0055<br>0%        | 0,0054<br>1%         | <b>-0,0013</b><br>73% | <b>-0,0083</b><br>45% |
| Bartlett |   | ±0,0336  | ±0,0746               | ±0,0638              | ±0,0629              | ±0,1854               | ±0,0904               |
| CASAGRCI |   | 2/1/06-31/8/12                                   | 2/1/06↑               | 9/5/07↓              | 29/10/08↑            | 10/1/11↓              | 21/11/11↑             |
|          | 1 | <b>0,1514</b><br>0%                              | <b>0,1698</b><br>0%   | <b>0,1288</b><br>1%  | <b>0,1812</b><br>0%  | <b>-0,0298</b><br>65% | <b>0,0464</b><br>65%  |
|          | 2 | <b>0,0499</b><br>0%                              | -0,0431<br>0%         | 0,0594<br>2%         | <b>0,1848</b><br>0%  | <b>0,0034</b><br>90%  | <b>0,1043</b><br>53%  |
|          | 3 | 0,0203<br>0%                                     | <b>-0,0838</b><br>0%  | <b>0,0898</b><br>1%  | <b>0,1138</b><br>0%  | <b>0,0545</b><br>83%  | <b>-0,1287</b><br>41% |
|          | 4 | 0,0195<br>0%                                     | 0,0397<br>1%          | 0,0282<br>2%         | <b>0,0623</b><br>0%  | <b>-0,0290</b><br>90% | <b>-0,1493</b><br>28% |
|          | 5 | <b>0,0385</b><br>0%                              | 0,0228<br>1%          | 0,0206<br>4%         | <b>0,1210</b><br>0%  | <b>0,1060</b><br>59%  | <b>-0,1286</b><br>24% |
|          | 6 | -0,0129<br>0%                                    | -0,0170<br>3%         | <b>0,1487</b><br>0%  | -0,0120<br>0%        | <b>-0,0933</b><br>46% | <b>-0,0781</b><br>29% |
|          | 7 | -0,0118<br>0%                                    | <b>-0,0823</b><br>2%  | 0,0551<br>0%         | <b>0,0908</b><br>0%  | <b>-0,0359</b><br>54% | <b>0,1210</b><br>26%  |
|          | 8 | 0,0103<br>0%                                     | 0,0084<br>3%          | <b>0,0719</b><br>0%  | -0,0296<br>0%        | <b>0,0139</b><br>64%  | <b>-0,0643</b><br>32% |
| Bartlett |   | ±0,0336  | ±0,0747               | ±0,0714              | ±0,0585              | ±0,0933               | ±0,1452               |

### XIII.6. Evaluación conjunta del recorrido aleatorio Perú.

| Activo   | Test      | Evaluación     |           |           |          |           |          |          |
|----------|-----------|----------------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|
| IGBVL    |           | 2/1/02-31/8/12 | 24/07/07↑ | 27/10/08↓ | 7/2/11↑  | 4/10/11↓  | 2/4/12↑  | 31/8/12↓ |
|          | Rachas    | 0              | 1         | 0         | 0        | 1         | 1        | 1        |
|          | BDS       | 0              | 0         | 0         | 0        | 0         | 1        | 1        |
|          | Filtros   | 0              | 1         | 0         | 1        | 0         | 0        | 0        |
|          | Ljung Box | 0              | 1         | 0         | 0        | 1         | 1        | 1        |
|          | Bartlett  | 0              | 0         | 0         | 0        | 1         | 0        | 0,5      |
|          | Conjunta  | 0              | 3         | 0         | 1        | 3         | 3        | 3,5      |
| VOLCABC1 |           | 2/1/02-31/8/12 | 16/7/07↑  | 24/2/09↓  | 31/8/12↑ |           |          |          |
|          | Rachas    | 0              | 0         | 0         | 1        |           |          |          |
|          | BDS       | 0              | 0         | 0         | 0        |           |          |          |
|          | Filtros   | 0              | 1         | 0         | 1        |           |          |          |
|          | Ljung Box | 0              | 0         | 0         | 1        |           |          |          |
|          | Bartlett  | 0              | 0         | 0         | 0        |           |          |          |
|          | Conjunta  | 0              | 1         | 0         | 3        |           |          |          |
| CVERDEC1 |           | 2/1/02-31/8/12 | 15/10/07↑ | 28/10/08↓ | 3/1/11↑  | 31/8/12↓  |          |          |
|          | Rachas    | 0              | 0         | 1         | 0        | 1         |          |          |
|          | BDS       | 0              | 0         | 0         | 0        | 0         |          |          |
|          | Filtros   | 0              | 0         | 0         | 1        | 0         |          |          |
|          | Ljung Box | 0              | 0         | 0         | 1        | 0         |          |          |
|          | Bartlett  | 0              | 0         | 0         | 0        | 0         |          |          |
|          | Conjunta  | 0              | 0         | 1         | 2        | 1         |          |          |
| MINSUR11 |           | 2/1/02-31/8/12 | 8/8/07↑   | 22/10/08↓ | 4/2/11↑  | 31/8/12↓  |          |          |
|          | Rachas    | 0              | 0         | 0         | 0        | 0,5       |          |          |
|          | BDS       | 0              | 0         | 0         | 0        | 0         |          |          |
|          | Filtros   | 0              | 1         | 0         | 0        | 0         |          |          |
|          | Ljung Box | 0              | 1         | 0         | 0        | 1         |          |          |
|          | Bartlett  | 0              | 0         | 0         | 0        | 0         |          |          |
|          | Conjunta  | 0              | 2         | 0         | 0        | 1,5       |          |          |
| FERREYC1 |           | 2/1/02-31/8/12 | 9/5/07↑   | 12/3/09↓  | 4/2/11↑  | 26/4/11↓  | 27/3/12↑ | 31/8/12↓ |
|          | Rachas    | 0              | 0,5       | 0         | 0        | 1         | 1        | 1        |
|          | BDS       | 0              | 0         | 1         | 0        | 1         | 1        | 1        |
|          | Filtros   | 0              | 1         | 0         | 1        | 0         | 0        | 0        |
|          | Ljung Box | 0              | 1         | 0         | 0        | 1         | 1        | 1        |
|          | Bartlett  | 0              | 0,5       | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        |
|          | Conjunta  | 0              | 3         | 1         | 1        | 3         | 3        | 3        |
| CASAGR1  |           | 2/1/02-31/8/12 | 8/5/07↑   | 28/10/08↓ | 7/1/11↑  | 18/11/11↓ | 28/3/12↑ | 31/8/12↓ |
|          | Rachas    | 0              | 0         | 0         | 0        | 1         | 1        | 0        |
|          | BDS       | 0              | 0         | 0         | 0        | 0         | 1        | 1        |
|          | Filtros   | 0              | 0         | 0         | 1        | 0         | 1        | 0        |
|          | Ljung Box | 0              | 0         | 0         | 0        | 1         | 1        | 1        |
|          | Bartlett  | 0              | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        |
|          | Conjunta  | 0              | 0         | 0         | 1        | 2         | 4        | 2        |